

Nanohibrid ORMOCER alkalmazása poszterior régióban “bulk-fill” technikával – klinikai eset bemutatás

Összegzés:

Napjainkban a poszterior régióban elkészített direkt kompozit restaurációk a standard terápia részét képezik a modern konzerváló fogászatban. Ennek a kezelési módszernek a létjogosultságát a rágóerőnek kitett poszterior régióban mára már számos klinikai vizsgálat bizonyítja egyértelműen. Az eljárást általában a rétegzési technika szabályainak megfelelően hajtjuk végre. Eltekintve a magas esztétikai igényű kompozitok polikromatikus multi-layer technika kínálta lehetőségeitől, nagy piaci kereslet mutatkozik az egyszerűen és gyorsan, ezért gazdaságosan elkészíthető poszterior kompozitok iránt. Ez az igény találkozott az egyre népszerűbb nagy vastagságban fotopolimerizálható kompozitok (bulk-fill kompozitok) megjelenésével.

Kulcsszavak:

Bulk-fill technika, ormocerek, kompozitok, direkt restaurációk, poszterior régió, ragasztástechnika

1. Bevezetés

Az elmúlt években jelentősen bővült a rendelkezésre álló termékek köre a direct kompozitok tekintetében [6,21,22]. A klasszikus univerzális kompozitok kiegészítéseként, a betegek növekvő esztétikai elvárásainak kielégítésére ugrás szerűen megnőtt a kínálat az úgynevezett "esztétikai kompozitok" piacán, amelyeket az jellemez, hogy a kompozit anyagok elegendő számú árnyalatban és különböző mértékű áttetszőség és opacitásban állnak rendelkezésre [25]. Opák dentin árnyalatok, transzlucens zománc paszták, és ha szükséges, a dentin árnyalatok teszik lehetővé, hogy a direct restaurációk elérjék a magas esztétikai hatást a polikromatikus multi-layer technikával. Ezek a restaurációk gyakorlatilag megkülönböztethetetlenek a fog kemény szövetétől és az esztétikus teljes kerámia pótlások riválisai lettek. Néhány ilyen összetett rendszer több mint 30 különböző kompozit anyagot tartalmaz különböző árnyalatban és áttetszőségben. Az ilyen anyagok használatához azonban,

elengedhetetlen a megfelelő tapasztalat, különösen a front régióban a két vagy három különböző opacitás és transzlucencia alkalmazásához [25,26].

A fényre kötő kompozitok polimerizációs tulajdonságai és korlátozott kötési mélysége miatt, általában nem több, mint 2 mm vastagságú rétegekből építik fel a restaurációkat lépésről lépésre. Minden egyes réteget külön kell polimerizálni, az expozíciós idő 10-40 másodperc a polimerizációs lámpa erősségének és a kompozit színének / transzlucenciájának függvényében [20]. A rendelkezésre álló anyagokat egészen a közelmúltig az jellemezte, hogy a vastagabb kompozit rétegek elégtelen polimerizálódásának hatására szerényebb mechanikai és biológiai tulajdonságokat mutattak [3,7,37]. A kompozit 2 mm-es lépésekben történő alkalmazása nagyon időigényes eljárás, különösen a nagy poszterior üregek esetében. Következésképpen, jelentős az igény a felhasználók körében az olyan kompozit-alapú anyagok iránt, amelyek egyszerűen és gyorsan használhatók, és így gazdaságosabbak is ebben az indikációs körben [2]. Ennek az igénynek a kielégítésére fejlesztették ki az elmúlt években, a "bulk fill" kompozitokat, amelyek nagy teljesítményű polimerizációs lámpával gyorsabban, és egyszerűsített alkalmazás technikával, 4-5 mm vastagságú rétegenként, és rövid 10-20 másodperces megvilágítási idővel lehet alkalmazni [5,8,20,27,28]. A szó szerint vett "bulk fill" azt jelenti, hogy a kavitást egy lépésben, lege artis, rétegezési technika szükségessége nélkül lehet használni [14]. Műanyag tömőanyagokkal ez jelenleg csak a kémiaiilag kötő, vagy kettős kötésű csomkfelépítők kompozitokkal lehetett megtenni. Ugyanakkor ezek a pótlások korábban nem rendelkeztek megfelelő mechanikai tulajdonságokkal, amelyek klinikailag stabil, a rágóterhelésnek hosszú távon is ellenálló, teherviselő poszterior töméseket eredményezhettek volna, és emiatt csak ideiglenes / hosszú távú ideiglenes pótlásokhoz voltak alkalmasak [10, 16,24]. Az utóbb említett tömőanyagok tehát nem alkalmasak az ilyen indikációkban (pl. rágófelszín kialakítás). A "bulk fill" kompozitok jelenleg csak egy egyszerűsített tömés technikára alkalmasak a poszterior régióban, valódi értelemben nem "bulk" anyagok, amikor alaposabban megvizsgáljuk, az approximális kavitások kiterjedése klinikailag általában mélyebb, mint a "bulk fill" anyagok maximális polimerizációs mélysége (4-5 mm) [9,11]. Azt tartják, hogy a kavitás 2 lépésekben akár 8 mm-es mélységben is feltölthető, ha egy arra alkalmas anyagot használnak - és ez okozta a legtöbb dimenzionális hibát a napi klinikai gyakorlatban.

A hagyományos metakrilát kémiában a legtöbb kompozit szerves monomer mátrixot tartalmaz [35]. A Silorane technológia [13,17,18,23,38,45] és az ormocer kémia [15,31,32,39,41-44] jelenti az alternatív megközelítéseket. Az ormocerek ("szervesen módosított kerámiák") szervesen módosított, nem fém, szervesen kompozitok [12]. Az

ormocerek a szerves és szervesetlen polimerek közé sorolhatók és egyaránt rendelkeznek szerves és szervesetlen struktúrával [33,34,44]. Ennek az anyagcsoportnak a kidolgozását a Fraunhofer Intézet Szilikát Kutató csoportja (ISC) végezte Würzburgban, és első alkalommal 1998-ban hozta forgalomba fogászati tömőanyagként a fogászati ipari partnerekkel együttműködve [42,43]. Azóta jelentős továbbfejlesztésre került sor az ormocer alapú kompozitok terén. Az ormocerek használata nem korlátozódik csupán a fogászati tömőanyagok körére. Ezeket az anyagokat évek óta sikerrel alkalmazzák olyan területeken, mint például az elektronika, mikrotechnológia, műanyagok finomítása, konzerválás, korrózióálló bevonatok, üvegfelületek funkcionális bevonataihoz, és rendkívül ellenálló, karcmentesítő védő bevonatok [4,36,40].

Ormocer alapú fogászati helyreállító kompozittal jelenleg két fogászati gyártó rendelkezik (Admira termékpaletta, VOCO, Cuxhaven és CeramX, Dentsply, Constance). A fogászati ormocer termékekezz eddig további metakrilátokat adtunk a tiszta ormocer kémiában (iniciátorokkal, stabilizátorokkal, pigmentekkel és szervesetlen töltőanyagokkal kiegészítve), annak érdekében, hogy javítsák a feldolgozhatóságot [19]. Ezért pontosabb, ha az “ormocer alapú kompozitok” elnevezést használjuk.

A gyártó adatai szerint az új, 2015-ben indított, bulk-fill ormocer, az Admira Fusion X-tra (VOCO, Cuxhaven), már nem tartalmaz semmilyen hagyományos monomert az ormocer mátrixban. Nanohibrid technológiával előállított töltőanyagot viszont igen, szervesetlen töltőanyag tartalma 84 tömeg %. Egyetlen univerzális árnyalatban áll rendelkezésre, és mindössze 1,2% a polimerizációs zsugorodása, amely egyidejűleg alacsony zsugorodási stresszel párosul. Az Admira Fusion X-tra maximum 4 mm vastagságú rétegben alkalmazható, minden rétege 20 másodperc polimerizálást igényel (polimerizációs lámpa fényereje > 800 mW/cm²). A képlékeny konzisztencia és az Admira Fusion X-tra kitűnő tulajdonságai teszik lehetővé, hogy a fogorvos a kavitás restaurációjánál bulk-fill technikával egyetlen anyagot alkalmazzon, mivel az okkluzális fedő réteg elkészítése egy további kompozittal – ahogyan az a folyékony bulk-fill anyagoknál követelmény - már nem szükséges.

2. Klinikai eset

Egy 47 éves páciens jelentkezett a klinikánkon azzal a kéréssel, hogy a megmaradt amalgám töméseit fokozatosan cseréljük ki fogszínű tömésekre. Az első kezelés alkalmával lecseréltük a 46-os fog régi amalgám tömését (1.). A fog érzékenyen reagált a hidegingerlésre és a kopogtatás is normális eredményt hozott. Miután tájékoztattuk a lehetséges kezelési

alternatívákról és azok költségeiről, a beteg úgy döntött, hogy kompozit restaurációt kér, az Admira Fusion X-tra ormocerrel (VOCO GmbH, Cuxhaven) bulk-fill technikával.

A kezelés a fogak alapos tisztításával, gumiharangot használva, fluorid mentes profilaxis pasztával kezdődött. Mivel az Amint Admira Fusion X-tra csak egyetlen univerzális árnyalatban létezik, nincs szükség fogszín választásra. A helyi érzéstelenítés beadása után, az amalgam tömést óvatosan eltávolítottuk a fogból (2. ábra). A kavitás preparáció finom szemcsészetű gyémánt fúróval fejeződött be, majd kofferdám felhelyezésével elkészült az abszolút izolálás (3.). A kofferdám gumi választja le a munkaterületet a szájüregben, megkönnyíti a tiszta és hatékony munkát, és garantálja, hogy a munkaterület tiszta marad a szennyező anyagoktól, mint a vér, sulcus folyadék és a nyál. A kontaminálódott zománc és dentin felszín jelentősen gyengítené a tapadást a kompozit és a fog kemény szövetei közt, ezzel veszélybe kerülne az optimális széli száródás és a restauráció hosszú távú sikere. Továbbá, a gumi gát megvédi a beteget az irritáló anyagoktól is, amilyen például a ragasztó rendszer. A kofferdám izolálás tehát nélkülözhetetlen támogatást nyújt a minőség biztosításához és a munka megkönnyítéséhez az adhezív technikánál. A kofferdám felhelyezésére fordított időt és energiát kompenzálni fogja a vattarolni cserélgetések és a beteg által kért öblítések elmaradása.

Ezt követően felhelyeztük a szekcionált fém matricát (4. Ábra). A Futurabond M + (VOCO GmbH, Cuxhaven) univerzális ragasztót választottuk a fog kemény szövetének előkészítéséhez. A Futurabond M + modern, egy-komponensű ragasztó, amely kompatibilis az összes kondicionáló technikával: az önsavazó technika és a foszforsav alapú kondicionáló technikák (szelektív zománc savazásos vagy teljes savazás). Ebben az esetben mi a szelektív zománc maratást választottuk, applikáltuk a 35% -os foszforsavat (Vococid VOCO GmbH, Cuxhaven) a zománc szélekre és hagytuk hatni 30 másodpercig (5. ábra). A savat ezután leöblítettük 20 másodpercig sűrített levegő és a vízsugár segítségével, és a felesleges nedvességet gondosan eltávolítottuk a kavitásból sűrített levegővel (6. ábra). A 7. ábra a Futurabond M + univerzális adhezív alkalmazását mutatja a zománcra és a dentinen egy microbrush applikátorral. A bond anyagot az applikátorral alaposan be kell dörzsölni a fog kemény szövetébe 20 másodpercig. Az oldószer maradványokat ezután gondosan le kell szárítani száraz, olajmentes sűrített levegővel (8. ábra) majd 10 másodpercig fotopolimerizálni a ragasztót (9. ábra). Az eredmény egy ragasztóval egyenletesen beborított, fényes üregfelszín (10. ábra). Ezt gondosan kell ellenőrizni, mivel ha a kavitás bármely területén matt maradt a felszín, az arra utal, hogy nem elegendő a felvitt ragasztó mennyisége. A legrosszabb esetben, ez azt eredményezheti, hogy csökken az adhézio ezeken a területeken,

és ugyanakkor csökken a dentin szigetelése is, amely posztoperatív érzékenységhez vezethet. Amennyiben a vizuális ellenőrzés során ilyen területeket találunk, az újabb szelektív bondozással javítható.

A következő lépésben megmértük az üreg mélységét parodontális szondával (6 mm mély volt a láda aljától a zárólécig), majd a mesialis ládát feltöltöttük Admira Fusion x-tra-val úgy, hogy az üreg mélysége mindenhol kevesebb lett, mint 4 mm. Ezzel párhuzamosan a mesialis approximalis felszín is kialakításra került egészen a zárólécig (11. ábra). A restaurációs anyagot 20 másodpercig fotopolimerizáltuk (fényintenzitás $> 800 \text{ mW/cm}^2$) (12.). A meziális approximalis felszín kiépítésével az eredetileg II. osztályú kavitás effektíve I. osztályú üreggé alakult át, majd a matrica rendszer eltávolítása következett, mivel arra a továbbiakban már nem volt szükség (13.). Ez megkönnyíti a üreghez való hozzáférést, az okklúziós struktúrák kézi műszerekkel való alakítását a további kezelés során, és hála a jobb láthatóságnak, lehetővé teszi az anyag rétegek jobb vizuális ellenőrizhetőségét. A második lépésben az Admira Fusion x-tra-val teljes mértékben kitöltöttük az üreget (14. ábra). Azt követően a funkcionális rágófelszín került kialakításra egyszerűen, nem túl komplikálva (15. ábra) - amely majd a gyors finírozást és polírozást fogja szolgálni - a helyreállító anyagot ismét 20 másodpercig kellett fotopolimerizálni (16. ábra).

A kofferdám gumi eltávolítása után forgó eszközökkel, polírozó koronggal elvégeztük az okklúzió beállítását. Gyémánt szemcsés szilikon polírozókkal (Dimanto, VOCO GmbH, Cuxhaven) értük el, hogy a restauráció felszíne igazán sima és fényes felületű legyen. A 17. ábra mutatja a kész, direkt ormocer helyreállítást, amely visszaadja az eredeti fog formájának anatómiailag funkcionális rágófelületét, a fiziológiai approximalis kapcsolatot és az esztétikailag elfogadható megjelenését. Legvégül egy habszivacs pellettel fluorid lakkot (Bifluorid 12, VOCO GmbH, Cuxhaven) vittünk fel a fogak felszínére.

3. Záró megjegyzés

A kompozit alapú direkt tömőanyagok iránti érdeklődés tovább fog növekedni a jövőben. A tudományosan is igazoltan magas színvonalú, a rágóterhelésnek kitett hátsó régióban készített, állandó pótlások megbízhatóságát a szakirodalom is leírja. Az adatok részletes elemzése megmutatta, hogy a kompozit helyreállítások éves veszteségének mértéke a hátsó régióban (2,2%) statisztikailag nem különbözik az amalgám tömések (3,0%) elvesztésének arányától[29]. Az egészségügyi ágazatra neheztől növekvő gazdasági nyomás miatt szükség van egy egyszerűbb, gyorsabb és ezáltal költséghatékonyabb alapkezelésre az időigényes

high-end pótlások mellett. Egy ideje már léteznek a piacon azok a kompozitok, amelyek optimalizált mélységben fotopolimerizálhatók erre a célra, amelyekkel klinikailag és esztétikailag elfogadható poszterior restaurációk készíthetők olyan eljárásban, amely költséghatékonyabb, mint a hagyományos hibrid kompozitok [1,30]. A klasszikus metakrilát kémián alapuló “bulk-fill” kompozitok mellett a termékskála mostantól kibővült egy nanohibrid ormocer változattal is.

Levelezési cím:

Prof. Dr. Jürgen Manhart

Polyclinic for Conservative Dentistry and Periodontology
Goethestrasse 70
80336 Munich
Germany
E-mail: manhart@manhart.com
www.manhart.com
www.dental.education

A szerző képzéseket és gyakorlati workshopokat tart esztétikai-konzerváló fogászat témakörben (kompozitok, teljes kerámiák, héjak, ragasztott gyökércsapok, esztétikai kezelés tervezése).

Kép feliratok



1. kép: A kezelés előtti állapot: amalgam tömés a 46-os fogon.



2. kép: Az amalgam tömés eltávolítása utáni helyzet.



3. kép: Az exkaválás után az előkészített és kofferdám izolálással ellátott kavitás.



4. kép: A szekcionált matricával elhatárolt kavitás.



5. kép: Szelektív savazás 35%-os orthofoszforsavval.



6. kép: Az öblítés után körültekintően szárítjuk a kavitást.



7. kép: A Futurabond M+ bondanyag applikálása a zománcra és a dentinre microbrush applikátorral.



8. kép: A ragasztóanyag oldószer maradványainak elpárologtatása puszterrel.



9. kép: A ragasztó fotopolimerizálása 10 s.



10. kép: A ragasztó applikálása után a teljes felszínnek csillogóan fényesnek kell lennie.



11. kép: Az Admira Fusion X-tra első rétegével a mesialis approximalis felszín kialakításra került egészen a zárólécig.



12. kép: A restaurációs anyag fotopolimerizálása 20 s.



13. kép: Helyzet a matrica eltávolítása után.



14. kép: Az Admira Fusion x-tra második rétege már teljesen feltölti az üreget.



15. kép: A funkcionális, de ugyanakkor nem túlkomplikált rágófelszín kialakítása.



16. kép: Az MO restauráció. A vesztibuláris kavitás kitöltésére a következő lépésben kerül sor.



17. kép: A végeredmény: az elkészült, polírozott helyreállítás. A fog funkciója és az esztétika sikeresen helyreállt.

Irodalomgyűjék

1. Burke FJ, Palin WM, James A, Mackenzie L, Sands P. The current status of materials for posterior composite restorations: the advent of low shrink. *Dent Update* 2009;36:401-402.
2. Burtscher P. Von geschichteten Inkrementen zur Vier-Millimeter-Bulk-Fill-Technik – Anforderungen an Komposit und Lichthärtung. *DZW Die Zahnarzt Woche* 2011;Ausgabe 39/2011:6-8.
3. Caughman WF, Caughman GB, Shiflett RA, Rueggeberg F, Schuster GS. Correlation of cytotoxicity, filler loading and curing time of dental composites. *Biomaterials* 1991;12:737-740.
4. Ciriminna R, Fidalgo A, Pandarus V, Beland F, Ilharco LM, Pagliaro M. The sol-gel route to advanced silica-based materials and recent applications. *Chem Rev* 2013;113:6592-6620.
5. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig* 2013;17:227-235.
6. Ferracane JL. Resin composite - state of the art. *Dent Mater* 2011;27:29-38.
7. Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res* 1986;20:121-131.
8. Finan L, Palin WM, Moskwa N, McGinley EL, Fleming GJ. The influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk-fill flowable RBC base materials. *Dent Mater* 2013;29:906-912.
9. Frankenberger R, Biffar R, Fecht G, Tietze P, Rosenbaum F. Die richtige Basisversorgung - Expertenzirkel. *Dental Magazin* 2012;30:12-24.
10. Frankenberger R, Garcia-Godoy F, Kramer N. Clinical Performance of Viscous Glass Ionomer Cement in Posterior Cavities over Two Years. *Int J Dent* 2009; Article ID: 781462, doi:781410.781155/782009/781462.
11. Frankenberger R, Vosen V, Krämer N, Roggendorf M. Bulk-Fill-Komposite: Mit dicken Schichten einfacher zum Erfolg? *Quintessenz* 2012;65:579-584.
12. Greiwe K, Schottner G. ORMOCER: Eine neue Werkstoffklasse. *FhG-Berichte* 1990;2:64-67.
13. Guggenberger R, Weinmann W. Exploring beyond methacrylates. *American Journal of Dentistry* 2000;13:82-84.
14. Hickel R. Neueste Komposite - viele Behauptungen. *BZB Bayerisches Zahnärzteblatt* 2012;49:50-53.
15. Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New direct restorative materials. *FDI Commission Project. Int Dent J* 1998;48:3-16.
16. Hickel R, Ernst CP, Haller B, et al. Direkte Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich - Indikation und Lebensdauer. Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) aus dem Jahr 2005. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 2005;60:543-545.
17. Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater J* 2006;25:445-454.
18. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009;25:810-819.
19. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J* 2011;56 Suppl 1:59-66.
20. Ilie N, Stawarczyk B. Bulk-Fill-Komposite: neue Entwicklungen oder doch herkömmliche Komposite? *ZMK* 2014;30:90-97.
21. Kunzelmann KH. Komposite – komplexe Wunder moderner Dentaltechnologie. Teil 1: Füllkörpertechnologie. *Ästhetische Zahnmedizin* 2007;10:14-24.
22. Kunzelmann KH. Komposite – komplexe Wunder moderner Dentaltechnologie. Teil 2: Matrixchemie. *Ästhetische Zahnmedizin* 2008;11:22-35.
23. Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater* 2010;26:337-344.
24. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? - Properties, Limitations and Future Trends. *Materials* 2010;3:76-96.
25. Manhart J. Charakterisierung direkter zahnärztlicher Füllungsmaterialien für den Seitenzahnbereich. Alternativen zum Amalgam? *Quintessenz* 2006;57:465-481.
26. Manhart J. Direkte Kompositrestauration: Frontzahnästhetik in Perfektion. *ZWP Zahnarzt-Wirtschaft-Praxis* 2009;15:42-50.
27. Manhart J. Neues Konzept zum Ersatz von Dentin in der kompositbasierten Seitenzahnversorgung. *ZWR Das Deutsche Zahnärzteblatt* 2010;119:118-125.
28. Manhart J. Muss es immer Kaviar sein? – Die Frage nach dem Aufwand für Komposite im Seitenzahnbereich. *ZMK* 2011;27:10-15.
29. Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29:481-508.

30. Manhart J, Chen HY, Hickel R. Three-year results of a randomized controlled clinical trial of the posterior composite QuiXfil in class I and II cavities. *Clin Oral Investig* 2009;13:301-307.
31. Manhart J, Hollwich B, Mehl A, Kunzelmann KH, Hickel R. Randqualität vonOrmocer- und Kompositfüllungen in Klasse-II-Kavitäten nach künstlicher Alterung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 1999;54:89-95.
32. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials* 2000;16:33-40.
33. Moszner N, Gianasmidis A, Klapdohr S, Fischer UK, Rheinberger V. Sol-gel materials 2. Light-curing dental composites based on ormocers of cross-linking alkoxysilane methacrylates and further nano-components. *Dent Mater* 2008;24:851-856.
34. Moszner N, Völkel T, Cramer von Clausbruch S, Geiter E, Batliner N, Rheinberger V. Sol-Gel Materials, 1. Synthesis and Hydrolytic Condensation of New Cross-Linking Alkoxysilane Methacrylates and Light-Curing Composites Based upon the Condensates. *Macromol Mater Eng* 2002;287:339-347.
35. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997;105:97-116.
36. Schmidt H, Wolter H. Organically modified ceramics and their applications. *Journal of Non-Crystalline Solids* 1990;121:428-435.
37. Tauböck TT. Bulk-Fill-Komposite. Wird die Füllungstherapie einfacher, schneller und erfolgreicher? *teamwork J Cont Dent Educ* 2013;16:318-323.
38. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005;21:68-74.
39. Wolter H. Kompakte Ormocere und Ormocer-Komposite. Fraunhofer-Institut für Silikatforschung (ISC) - Tätigkeitsbericht 1995 1995;56-63.
40. Wolter H, Schmidt H. Isolationsschichten auf der Grundlage organisch modifizierter Keramiken und deren Applikationen [Insulation layers on base of organic modified ceramics and their application]. *DVS Berichte* 1990;129:80-85.
41. Wolter H, Storch W. Neuartige Silanklasse - Werkstoffe für Formkörper. ISC-Tätigkeitsbericht 1992 1992;61-72.
42. Wolter H, Storch W, Ott H. Dental filling materials (posterior composites) based on inorganic/organic copolymers (ORMOCERs). *MACRO AKRON* 1994;503.
43. Wolter H, Storch W, Ott H. New inorganic/organic copolymers (ORMOCERs) for dental applications. *Materials Research Society Symposia Proceedings* 1994;346:143-149.
44. Wolter H, Storch W, Schmitzer S, et al. Neue biokompatible Dentalwerkstoffe auf Ormocer-Basis. In: Planck H, Stallforth H (Hrsg) *Tagungsband Werkstoffwoche 1998, Band 4, Symposium 4: Werkstoffe für die Medizintechnik*. Weinheim: Wiley VCH, 1998, 245-248.
45. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2010;120:972-986.