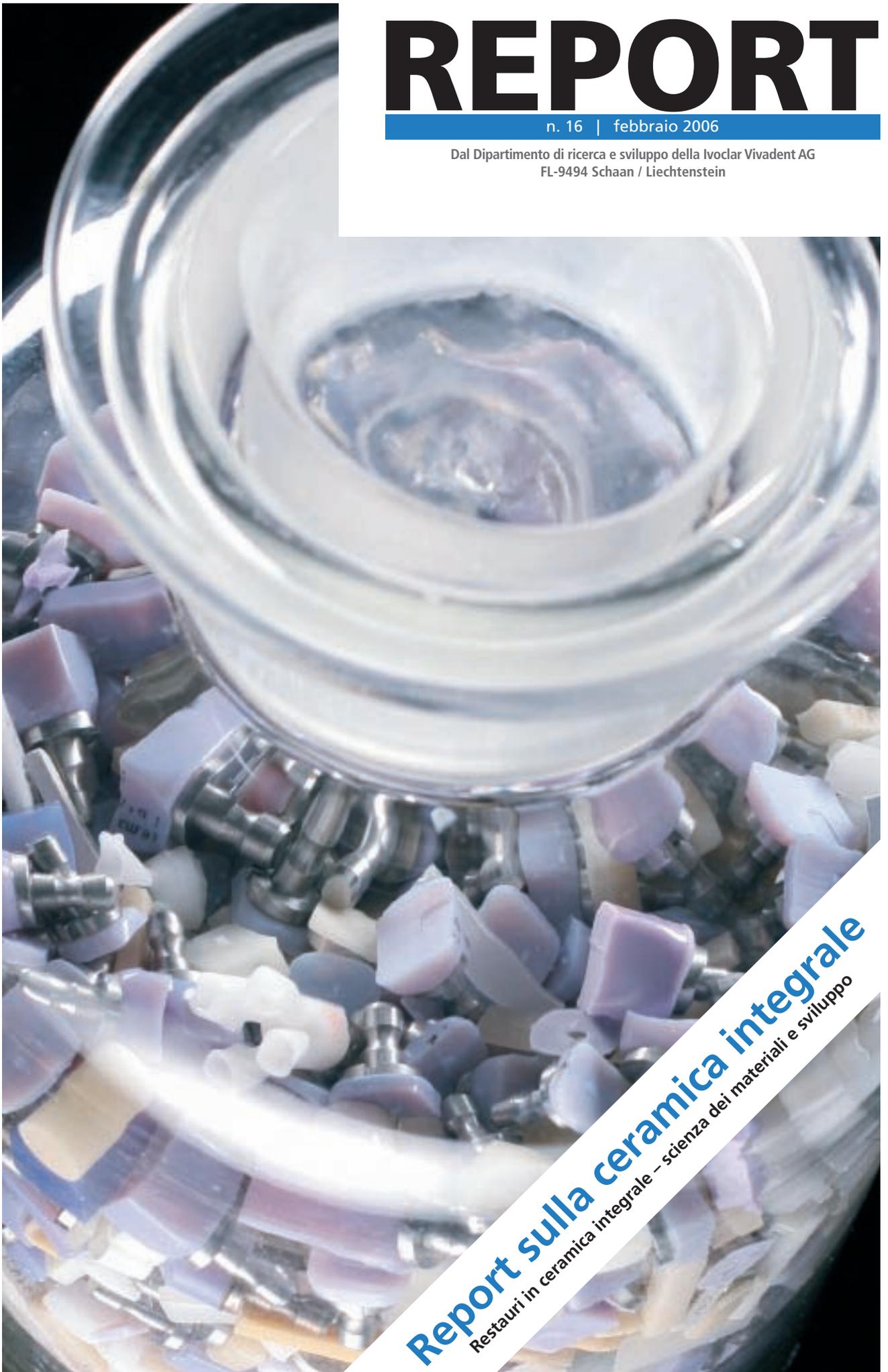


REPORT

n. 16 | febbraio 2006

Dal Dipartimento di ricerca e sviluppo della Ivoclar Vivadent AG
FL-9494 Schaan / Liechtenstein



Report sulla ceramica integrale
Restauri in ceramica integrale – scienza dei materiali e sviluppo

INDICE

CAPITOLO 1

CAPITOLO 2

CAPITOLO 3

CAPITOLO 4

CAPITOLO 5

CAPITOLO 6

CAPITOLO 7

CAPITOLO 8

CAPITOLO 9

CAPITOLO 10

CAPITOLO 11

CAPITOLO 12

- 3** **Introduzione**
- 4** **Ceramica integrale – una storia di successo ...**
Dr. Volker Rheinberger
- 8** **Tipiche proprietà del materiale ed aspetti merceologici dei sistemi di ceramica integrale**
Prof. Dr. Heinrich F. Kappert
- 12** **Biocompatibilità della ceramica dentale**
Patrik Oehri
- 15** **Tecnologie di lavorazione della ceramica integrale (PRESS e CAD/CAM)**
Due vie per i restauri in ceramica integrale
Tobias Specht
- 19** **Dall'inlay al ponte – indicazioni per la ceramica integrale**
Dr. Dr. Andreas Rathke
- 21** **Faccette in ceramica integrale – l'arte sta nell'effetto naturale**
Dr. Dr. Andreas Rathke
- 23** **Precisione di restauri in ceramica integrale**
Dr. Thomas Völkel
- 27** **Abrasione di materiali ceramici**
Rilevanza clinica e possibilità di previsione
Dr. Siegward Heintze
- 31** **Preparazione per restauri in ceramica integrale – adesiva vs ritentiva**
Dr. Dr. Andreas Rathke
- 33** **Adesiva o convenzionale? Cementazione di restauri in ceramica integrale in fase di trasformazione**
Dr. Dr. Andreas Rathke
- 35** **Affidabilità clinica ed esperienza di ceramica integrale**
Ceramica integrale – alternativa completa alle leghe?
Patrik Oehri
- 38** **Rifinitura e revisione in studio di restauri in ceramica integrale (riparazione ed esecuzione) soprattutto di ossido di zirconio**
Prof. Dr. Jean-François Roulet, Hans-Peter Foser
- 42** **Lavorazione successiva di restauri in ceramica integrale**
Procedura clinica per la riparazione di un rivestimento estetico in ceramica fratturato
Prof. Dr. Jean-François Roulet, Dr. Alexander Stiefenhofer
- 44** **Panoramica autori**
- 46** **Bibliografia**



Prodotti in ceramica integrale
1991 – 2006

Introduzione

I restauri in ceramica integrale rappresentano spesso la prima scelta per risultati di elevato standard estetico!

Il trend della ceramica integrale riscontra di anno in anno maggiore favore, che si evidenzia nella continua crescita sul mercato. Questo non solo da parte del personale specializzato, bensì principalmente da parte dei pazienti, poiché i restauri metal free soddisfano pienamente i crescenti requisiti di estetica e comfort dei pazienti. L'esordio nel campo dei trattamenti metal free è iniziato nel 1991 con IPS Empress – da oltre 15 anni IPS Empress è sinonimo di restauri pressati in ceramica integrale, di elevato standard qualitativo.

Per l'attraente mercato CAD/CAM in forte espansione, Ivoclar Vivadent offre da anni gli affermati blocchetti in vetroceramica rinforzata con leucite IPS ProCAD e da

adesso con il nuovo nome di IPS Empress CAD. E dall'autunno 2005 l'innovativo sistema IPS e.max, con materiali altamente resistenti ed estetici, sia per tecnologia PRESS che CAD/CAM, completa in modo ideale il portfolio di ceramica integrale della Ivoclar Vivadent.

La rivista indipendente "Die Zahnarztwoche (DZW)" con Ivoclar Vivadent ha redatto una serie di 13 articoli sulla ceramica integrale, in cui sono riassunte, in modo conciso e denso di significato, tutte le informazioni rilevanti su questa tematica per odontoiatri ed odontotecnici.

Questa serie di articoli, in pubblicazione in Italia da parte di Quintessenza Edizioni, è riassunta in questo report.

Ceramica integrale – una storia di successo ...



Dr. Volker Rheinberger

Dr. Volker Rheinberger, direttore del Dipartimento Ricerca e sviluppo della Ivoclar Vivadent ha accelerato fortemente lo sviluppo di IPS Empress e IPS e.max e presenta le ricche esperienze sugli sviluppi della ceramica integrale negli ultimi 15 anni.

Specifici requisiti nei confronti della ceramica integrale dentale

L'impiego di ceramica integrale per la realizzazione di restauri estetici richiede requisiti molto specifici nei confronti del sistema di materiale. La resistenza deve corrispondere all'indicazione, la stabilità chimica deve essere assicurata e si richiedono principalmente elevati requisiti per le proprietà ottiche, affinché si possa raggiungere il massimo nell'estetica.

Mentre le ceramiche sinterizzate per l'uso dentale, in primo luogo ceramiche a base di ossidi, come ossido di alluminio o ossido di zirconio, raggiungono resistenze molto elevate, per quanto riguarda la qualità ottica è necessario scendere a compromessi. Allo stato sinterizzato ultimato i materiali citati sono straordinariamente tenaci - dal punto di vista fisico, si dovrebbe parlare di tenacità alla rottura o tenacità all'incrinatura - cosa che nuovamente richiede requisiti molto elevati nel processo di lavorazione. Quest'ultimi possono essere molto costosi, mettendo in dubbio l'economicità. L'impiego della tecnologia CAD/CAM e la lavorazione dei materiali allo stato presinterizzato, ossia ancora relativamente morbido, in questo caso hanno portato notevoli progressi.

La vetroceramica offre vantaggi determinanti nella qualità ottica, rispettivamente estetica. Come lo dice il nome stesso, la vetroceramica è un materiale intermedio fra vetro e ceramica, quindi la combinazione di particolari caratteristiche di vetri con quelle di ceramiche. Una vetroceramica contiene almeno una fase vetrosa amorfa ed almeno una fase cristallina. Ciò si ottiene mediante una cristallizzazione mirata e controllata all'interno di un vetro di base. Attraverso la composizione chimica ed il

corretto controllo della cristallizzazione, possono essere regolate specifiche proprietà nella vetroceramica, ossia quelle che sono indicate per l'impiego dentale. Un ulteriore vantaggio di una vetroceramica consiste nel fatto che, un vetro può essere portato facilmente in una determinata forma, p.es. mediante colaggio e successivamente, attraverso una cristallizzazione guidata, il vetro meno solido può essere trasferito in una vetroceramica solida senza modifica di forma.

Tecnologia convenzionale con polvere di ceramica

Più nota è tuttavia la tecnologia convenzionale della polvere, ossia la vetroceramica viene stratificata come polvere e quindi sinterizzata, rispettivamente cotta.

Una prima vetroceramica dentale è stata Dicor (uno sviluppo della ditta americana Corning, 1984) - una vetroceramica a base di cristalli di mica, che veniva lavorata tramite un processo di fusione e successiva rifinitura meccanica per la creazione della forma, seguito da un processo di cristallizzazione di più ore.

Rivoluzione estetica con IPS Empress

Il vero e proprio esordio nello sviluppo di ceramiche integrali dentali è rappresentato da IPS Empress della ditta Ivoclar Vivadent (1991). Si tratta di una vetroceramica a base di leucite, quindi un vetro con cristalli di leucite, quale elemento rinforzante. Non solo la resistenza ottenuta e la qualità ottica di questa nuova ceramica hanno portato al successo, bensì anche il nuovo procedimento di creazione della forma, sfruttando un processo di pressatura, ha contribuito enormemente all'economicità. Tramite la cosiddetta tecnica dello scorrimento viscoso durante la pressatura in una forma vuota, si ottiene una eccezionale precisione dei restauri dentali realizzati.

Una similare vetroceramica rinforzata da leucite, come quella dell'IPS Empress si trova anche nei blocchetti ProCAD (1998), che sono stati espressamente sviluppati per la lavorazione nei sistemi CAD/CAM.

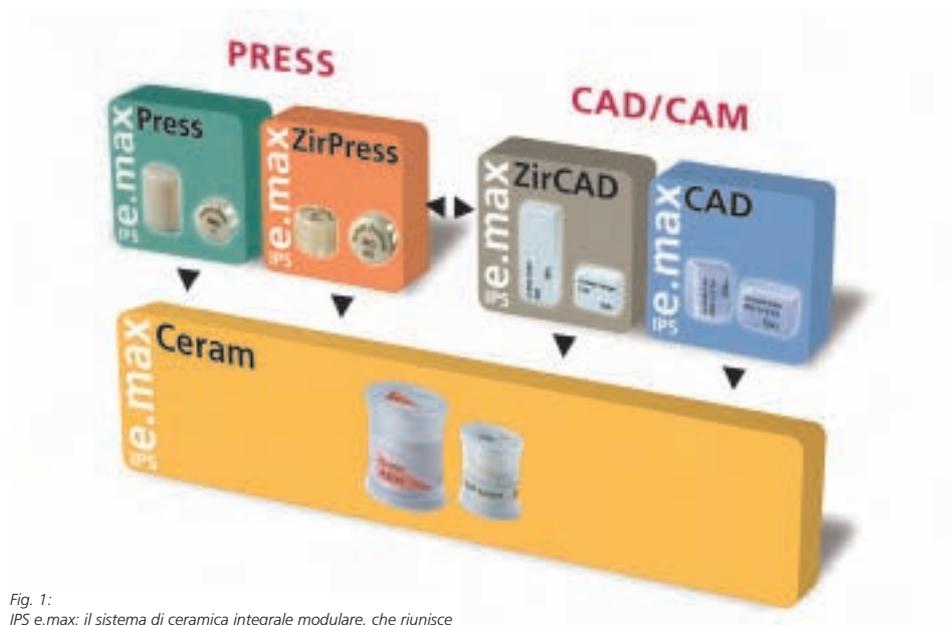


Fig. 1:
IPS e.max: il sistema di ceramica integrale modulare, che riunisce la tecnologia di sinterizzazione/pressatura e CAD/CAM.

Un ulteriore sviluppo delle vetroceramiche dentali è riuscito ad Ivoclar Vivadent con IPS Empress 2 (1998), alla base del quale vi è una nuova chimica. Si tratta di un sistema a base di disilicato di litio. Una percentuale straordinariamente elevata di cristalli di disilicato di litio distribuiti (65 +/- 5 %) in una matrice vetrosa, porta ad una elevata resistenza, che permette l'ampliamento del campo d'indicazione. Per la stratificazione che porta ad un risultato globale estetico perfetto, si è reso necessario inoltre lo sviluppo di un'ideale ceramica da stratificazione, IPS Eris. In questo caso cristalli di fluoro-apatite aghiformi rappresentano la fase cristallina principale, che è responsabile delle proprietà foto-ottiche.

Tendenza di mercato 1: tecnica di pressatura

Nel frattempo in questo campo esistono ca. 25 sistemi competitivi. Il sistema IPS Empress è leader di mercato a livello mondiale. Fino ad oggi sono stati realizzati oltre 25 milioni di restauri, la tendenza è in crescita. Grazie al perdurato successo di mercato ed alla progredita accettazione sul mercato, la tecnologia di pressatura negli ultimi anni è divenuta la tecnica di lavorazione che rappresenta lo stato dell'arte.

Una tendenza, che si sviluppa lentamente, è la tecnica di sovrappressatura su ossido di zirconio. Questa tecnica di lavorazione riunisce sia la tecnologia CAD/CAM sia quella di pressatura.

Tendenza di mercato 2: tecnologia CAD/CAM

Nei mercati principali CAD/CAM l'ossido di zirconio era ed è il tema degli ultimi anni. La quota di mercato dei sistemi di ceramica integrale classica è ancora bassa, tuttavia caratterizzata da percentuali di crescita a due cifre. A prescindere dai mercati principali della Germania e degli Stati Uniti, il mercato CAD/CAM è sempre ancora piccolo, ma un segmento in enorme crescita. Sistemi Chairside (p.es. Sirona CEREC) dimostrano un considerevole potenziale di mercato.

Conclusione:

Entrambe le tecnologie sono collegabili in modo ottimale attraverso la tecnica di sovrappressatura su ossido di zirconio. Quindi anche la tecnica di pressatura parteciperà al successo della tecnica CAD/CAM.

Un'ulteriore tendenza che si distingue, è la lavorazione di ossido di zirconio allo stato presinterizzato, poiché questa lavorazione è più economica rispetto alla lavorazione allo stato sinterizzato.

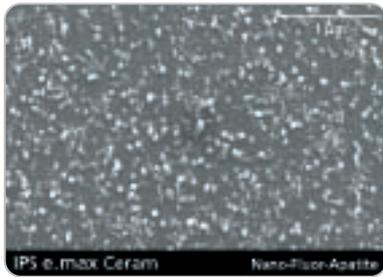


Fig. 2:
l'immagine al SEM indica i cristalli di fluoro-apatite nel campo dei nanometri, che sono responsabili delle proprietà foto-ottiche dentali del materiale.



Figg. 3a e b:
il vetro estremamente omogeneo, attraverso uno specifico regime di tempo/temperatura viene trasferito in una vetroceramica con elevata percentuale di cristalli di disilicato di litio (chiaramente visibili nell'immagine al SEM).

L'evoluzione prosegue – IPS e.max

Con l'introduzione di IPS e.max (autunno 2005) (fig. 1) Ivoclar Vivadent AG riapre nuove vie nella ceramica dentale. Si tratta di un sistema modulare di ceramica integrale, che riunisce la classica tecnica polvere/sinterizzazione con la tecnologia CAD/CAM e la tecnica di pressatura, in un modo tale che tutti i moduli, ossia singole componenti, siano compatibili fra loro. Per ottenere ciò, in fase di sviluppo si sono dovute intraprendere parzialmente nuove vie. Questo non comprende soltanto l'aspetto chimico, bensì anche la tecnologia dei processi di produzione.

Nello sviluppo di IPS e.max Ceram, (fig. 2) si tratta di una vetroceramica con cristalli di nano-fluoro-apatite, che sono responsabili delle proprietà ottiche e che garantiscono una perfetta estetica. IPS e.max Ceram è compatibile con ossido di zirconio e disilicato di litio e può quindi essere perfettamente stratificata su strutture in ossido di zirconio ed in disilicato di litio.

IPS e.max Press (Figg. 3) è una ceramica integrale per la tecnologia di pressatura, che si basa sulla chimica del disilicato di litio. L'elevata densità cristallina già descritta, porta ad eccezionali caratteristiche meccaniche, senza compromettere la qualità ottica. Per il processo di produzione di questo nuovo materiale sono state sviluppate nuove tecnologie. Dal vetro iniziale risulta una straordinaria omogeneità che viene trasmessa nella vetroceramica, durante l'ulteriore processo produttivo, attraverso uno speciale regime di tempo/temperatura. Ne risultano un'elevata resistenza combinata ad eccellente estetica.

Il materiale IPS e.max ZirPress si basa su una chimica simile all'IPS e.max Ceram. Il coefficiente di espansione termica è adattato in modo tale da poter essere sovrappressato direttamente su strutture in ossido di zirconio altamente resistenti. Poiché IPS e.max ZirPress così come IPS e.max Ceram, quali vetroceramiche a base di fluoro-apatite, sono simili, sono inoltre compatibili fra loro, ossia IPS e.max Ceram, per raggiungere massima estetica, può essere stratificato su IPS e.max ZirPress.

L'ossido di zirconio al momento rappresenta il materiale ceramico più resistente nell'impiego dentale. Poiché l'ossido di zirconio allo stato sinterizzato denso non è soltanto estremamente resistente, bensì anche molto tenace, una lavorazione meccanica in questo stato, è problematica dal punto di vista economico. I tempi di lavorazione sono lunghi, la durata degli strumenti è breve ed i costi delle macchine relativamente elevati. Per questo motivo è meglio l'ossido di zirconio allo stato bianco, ossia da lavorare allo stato presinterizzato e quindi sinterizzato densamente a temperature intorno ai 1500°C. Nella procedura CAD/CAM viene considerata la contrazione di sinterizzazione dallo specifico software, in modo tale da risultare alla fine un lavoro preciso. IPS e.max ZirCAD è un ossido di zirconio stabilizzato con ittrio allo stato bianco presinterizzato e può essere facilmente lavorato mediante tecnica CAD/CAM. Una struttura di ponte in ossido di zirconio deve resistere ad elevate sollecitazioni e può essere sovrappressato con IPS e.max ZirPress oppure stratificato con IPS e.max Ceram.

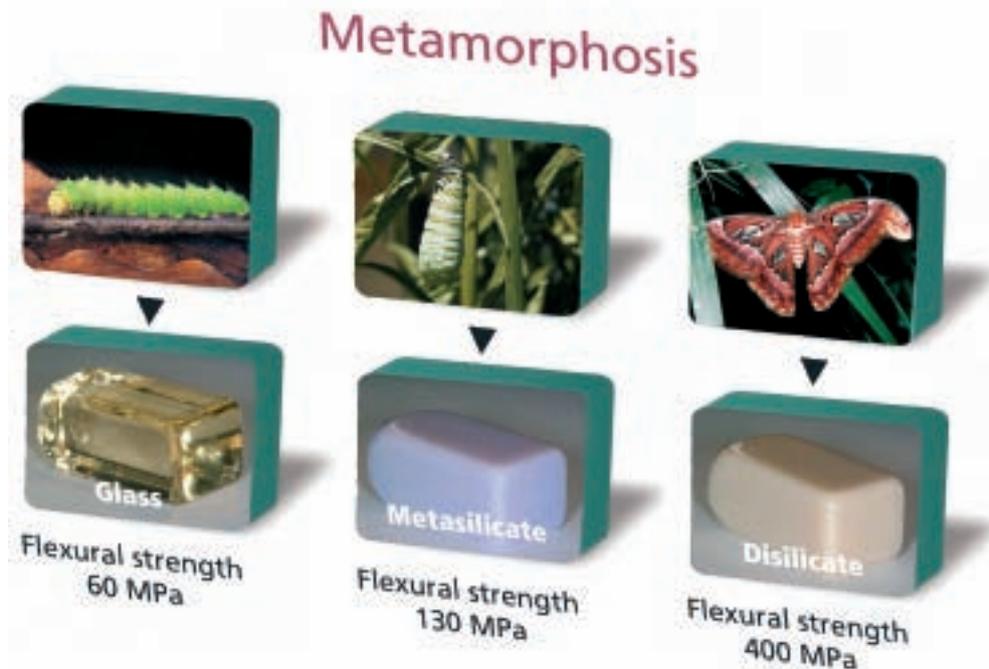


Fig. 4: attraverso la cristallizzazione guidata un vetro viene trasferito da una resistenza minima in una vetroceramica altamente resistente. Con la stessa composizione chimica si modificano le proprietà ottiche e meccaniche (metamorfosi).

Uno stadio intermedio fra il vetro puro e la vetroceramica completata rappresenta la cosiddetta „ceramica blu“, l'IPS e.max CAD (Fig. 4). Per il processo di lavorazione mediante CAD, le proprietà del materiale ed i parametri delle macchine devono essere calibrati fra loro, rispettivamente ottimizzati per quanto riguarda l'economicità. Quindi, un vetro è relativamente morbido ed oppone poca resistenza ad un processo di lavorazione per fresatura. In altre parole: vengono salvaguardati gli strumenti e le macchine, ma a causa della fragilità del vetro, esso durante la lavorazione meccanica tende a distaccarsi o fratturarsi. D'altra parte la vetroceramica al disilicato di litio cristallizzato è estremamente tenace. È molto improbabile che si creino fratture durante il processo CAM. A causa della tenacità richiesta per impieghi dentali e dell'elevata resistenza della vetroceramica a base di disilicato di litio, risulta una minima durata degli strumenti ed un più lungo tempo di lavorazione. L'ideale per il processo CAM si trova quindi da qualche parte fra lo stato vetroso puro e la vetroceramica resistente. Proprio questa soluzione è stata trovata nella cosiddetta ceramica blu, l'IPS e.max CAD. Si tratta di una vetroceramica al metasilicato di litio. I cristalli di metasilicato rafforzano la

matrice vetrosa in modo tale da poter eseguire il processo di fresatura senza fratture del manufatto, contemporaneamente il materiale non è ancora così resistente, da mettere in dubbio l'economicità del processo a causa di un'elevata durata della lavorazione e minima usura degli strumenti. In un successivo trattamento termico nel forno per ceramica Programat, il metasilicato si trasforma nella forma tenace e resistente del disilicato. Durante questo processo si regola anche il colore dentale desiderato e la trasparenza. Si tratta di un materiale assolutamente affascinante, che come nella metamorfosi in natura, può presentarsi come lo stesso individuo in molteplici sviluppi. Con la stessa composizione chimica, questo materiale può svilupparsi come vetro completamente omogeneo e trasparente, quindi come vetroceramica blu più resistente, ma tuttavia non tenace ed infine come vetroceramica resistente di effetto ottico simile al dente naturale. Il segreto sta nella giusta calibratura del processo di cristallizzazione.

Il sistema IPS e.max, oltre a diversi materiali e metodiche, comprende un ampio spettro d'indicazione per restauri dentali su base metal-free.



Prof. Dr. Heinrich F. Kappert

Tipiche proprietà del materiale ed aspetti merceologici dei sistemi di ceramica integrale

Il Prof. Dr. Heinrich F. Kappert, laureato in scienza dei materiali, descrive in questo articolo le tipiche proprietà del materiale e gli aspetti dei sistemi di ceramica integrale. Da quasi 25 anni osserva, prima come professore universitario a Friburgo ed ora come responsabile del reparto tecnico di ricerca e sviluppo della Ivoclar Vivadent di Schaan, gli emozionanti sviluppi nella ceramica integrale.

Ceramica dentale quale alternativa alle leghe dentali

La ceramica dentale viene considerata sempre più quale alternativa alle leghe dentali. Prevalentemente l'attrazione sta nell'aspetto globale estetico di colore dentale, tuttavia anche nella compatibilità di questo materiale ampiamente indiscussa. In tale contesto esistono oltre 40 anni di esperienze cliniche nel campo della metallo-ceramica. Nella metallo-ceramica tuttavia il supporto metallico è indispensabile, poiché questo tipo di ceramica non ha una resistenza particolarmente elevata. Al più tardi dall'invenzione e dalla introduzione sul mercato della ceramica In-Ceram (Vita, D-Bad Säckingen) rinforzata da ossido di alluminio [16, 93] e principalmente della pressoceramica IPS Empress (Ivoclar Vivadent, FL-Schaan) all'inizio degli anni '90, l'interesse però si orienta verso la ceramica dentale quale materiale per strutture di ponti e corone. Alla fine degli anni '90 è stata introdotta sul mercato la ceramica IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent, FL-Schaan) a base di disilicato di litio [42, 23, 91], con la quale era possibile la realizzazione non solo di corone, bensì di piccoli ponti metal-free nei settori anteriori. Con IPS Empress 2 per l'odontotecnica era utilizzabile un nuovo vetro con il nuovo tipo di cristallo a base di disilicato di litio.

La struttura allungata aghiforme di questi cristalli, con un diametro di meno di un μm e con lunghezze di qualcosa di più di un μm (fig. 1) durante la crescita di quest'ultimi nella fase vetrosa permette un intrecciarsi di questi cristalli, attraverso la quale si consente una, per le vetroceramiche, resistenza estremamente elevata di oltre 300 MPa. Una nuova pietra miliare è rappresentata dal sistema di ceramica integrale della Ivoclar Vivadent (FL-Schaan), che viene commercializzato sotto il nome IPS e.max per tecnologia di pressatura e CAD/CAM.

Attualmente la maggiore attenzione è rivolta all'ossido di zirconio [57, 68, 45, 114], a cui è legata la speranza di aver superato tutti i problemi con i tipi di ceramica più deboli e di aver trovato definitivamente il materiale, che consente di poter realizzare in metal-free quasi tutti i restauri anche nei settori latero-posteriori. Per poter stimare e valutare questo progresso della ceramica dentale, è necessaria la conoscenza delle proprietà fisiche più importanti dei materiali ceramici.



Fig. 1: nell'IPS e.max Press la matrice vetrosa è riempita con ca. il 70% di cristalli di disilicato di litio. Si ottiene un'elevata resistenza, in seguito all'intreccio di cristalli aghiformi. Per l'immagine al SEM la matrice vetrosa è stata mordenzata.

Aspetti merceologici

Modulo di elasticità e resistenza alla flessione

Il modulo di elasticità e la resistenza alla flessione sono importanti parametri di una ceramica dentale, a condizione che venga impiegata per la realizzazione di strutture prive di metallo. Alle ceramiche dentali viene spesso attribuito il fatto che non siano elastiche, bensì fragili. Questa affermazione è in primo luogo errata ed in secondo luogo illogica.

1. L'elasticità viene quantificata dal modulo di elasticità. Il modulo di elasticità descrive la resistenza contro la deformazione elastica, dovuta a sollecitazione, che dopo scarico viene rieliminato senza danneggiare il materiale. Di norma tutti i materiali hanno questa proprietà. Le leghe dentali e le ceramiche in commercio nel campo dentale hanno addirittura moduli di elasticità molto simili (fig. 2). Leghe nobili hanno un modulo di elasticità di ca. 80 fino a 130 MPa, leghe non-nobili nel campo dei 180 fino a 230 MPa. Il fatto viene sfruttato nei restauri dentali supportati da metallo, quando p.es. nell'impiego di leghe CoCr sono necessarie strutture particolarmente sottili ad elevate sollecitazioni. Ceramiche dentali hanno moduli di elasticità di 50 MPa per vetroceramiche semplici fino a 300 MPa in caso di ossido di alluminio. Pertanto, in caso di deformazione elastica sotto carico, secondo il tipo di ceramica, oppongono una resistenza similmente elevata come le leghe dentali. L'affermazione, che le ceramiche non sono elastiche, è pertanto errata.
2. È importante il limite della deformabilità elastica. Nelle leghe dentali viene indicata attraverso il limite di deformazione 0,2 % come limite tecnico di elasticità. Al di sopra di questa sollecitazione, un metallo rimane deformato plasticamente in modo duraturo. Deformazioni permanenti significano un danneggiamento del materiale. Nel campo dentale una tale deformazione non è ammessa, perché in seguito l'occlusione e la precisione non concordano. Tutte le costruzioni nella loro sezione devono essere creati in modo tale che sotto le usuali sollecitazioni masticatorie non subiscano mai una deformazione plastica.

Tensione in N/mm²

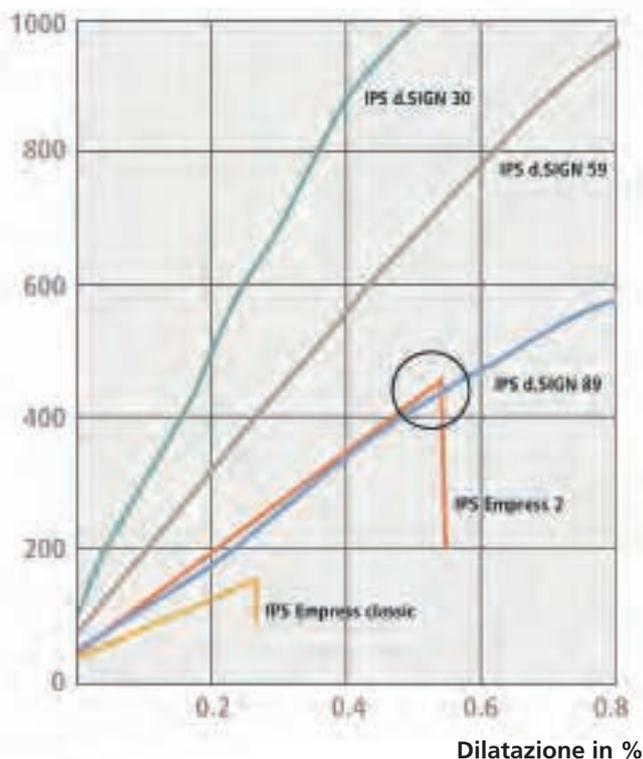


Fig. 2: diagrammi di tensione-dilatazione di 5 materiali odontotecnici: vetroceramica rinforzata da leucite IPS Express classica, vetroceramica rinforzata da disilicato di litio IPS Express 2, lega aurea IPS d.SIGN 98, lega a base di palladio IPS d.SIGN 59 e lega CoCr IPS d.SIGN 30; in particolare il confronto di entrambe le curve di misurazione di IPS Express 2 ed IPS d.SIGN 98 (vedi demarcazione circolare blu) dimostra che la parte lineare elastica del decorso di tensione-dilatazione è identico con lo stesso modulo di elasticità, fino a che la ceramica IPS Express 2 si rompe a 430 MPa (= resistenza alla flessione), nella stessa posizione dove la lega dentale IPS d.SIGN 98 passa nel campo plastico (limite di elasticità).

Ceramiche dentali non sono deformabili plasticamente alle usuali temperature in cavo orale come i metalli. È vero che permettono una deformazione elastica, similmente ai metalli, ma al raggiungimento del limite della loro deformabilità elastica si rompono. Questo fatto viene definito fragilità. Tutte le costruzioni in ceramica nelle loro sezioni e misurazioni devono essere create in modo tale da non rompersi mai sotto le usuali forze masticatorie. La differenza fra la ceramica ed il metallo si fa notare soltanto quando si raggiunge il limite di elasticità. I metalli a sollecitazioni più elevate subiscono una deformazione plastica, le ceramiche si rompono (figg. 3a-d). La differenza fra metalli e ceramiche sta nel fatto che i metalli sono plasticamente deformabili (duttile o tenace), mentre la ceramica è fragile. Entrambi i gruppi di materiale sono elastici.

L'affermazione sopraccitata è illogica, perché la fragilità non è una contrapposizione all'elasticità, bensì alla plasticità (duttilità, tenacità).

Il vantaggio di un modulo di elasticità maggiore in odontotecnica è noto tramite il raffronto di leghe non-nobili (p.es. CoCr) con leghe nobili: le une hanno un modulo di elasticità di ca. 200 GPa, le altre di soli 100 GPa. In caso di strutture più sottili questo vantaggio viene sfruttato in odontotecnica, per raggiungere da un lato una maggiore capacità di carico ed anche per proteggere meglio da distacchi e formazione di fratture un eventuale rivestimento in ceramica presente, mediante una struttura più rigida. Anche nei sistemi di legame interamente in ceramica, la ceramica da rivestimento è protetta maggiormente da formazione di fratture e distacchi, quando la resistenza contro la deformazione elastica (quindi modulo di elasticità maggiore) è elevata.

Tenacia alla frattura o rottura

La tenacia alla frattura o rottura descrive la resistenza, che un materiale può impiegare all'apice della frattura, per evitare una successiva progressione della frattura. Questa proprietà sussiste particolarmente nei metalli in cui i valori di misurazione si trovano nel campo fra 60 e 100 MPa m². In questa ottica le ceramiche sono decisamente inferiori ai metalli. Per vetri semplici vengono misurati valori di ca. 0,7–1 MPa m^{1/2}, semplici ceramiche dentali con cristalli di leucite ben distribuiti possono arrivare facilmente ad oltre 1 MPa m^{1/2}. Ceramiche rinforzate da ossidi, così come la ceramica a base di disilicato di litio IPS Empress 2 con i loro valori di misurazione si trovano fra 3 e 6, ceramiche da ossidazione pure vanno

oltre, per l'ossido di zirconio si riscontra il valore massimo fino a 10 MPa m^{1/2}.

La resistenza contro la propagazione della frattura risalta naturalmente alla presenza di errori in forma di porosità ed inclusioni oppure effettive fratture in superficie, dovute p.es. ad una rifinitura non appropriata. Dal più grande errore o incrinatura che si può trovare nel campo dei μm (micron), sussiste quindi il pericolo della propagazione delle fratture, che infine può portare ad un precoce fallimento del restauro in ceramica. Tanto maggiore è la resistenza contro questo tipo di propagazione di fratture, quindi tanto più elevato è il valore di misurazione per la tenacia alla frattura o rottura, quanto più sicuro è il comportamento a lungo termine, con la stessa distribuzione degli errori nel materiale. In questo sta la particolare attrattiva della ceramica all'ossido di zirconio, con il massimo valore disponibile di tenacia alla frattura nel campo dentale, che in particolar modo in combinazione con grezzi prodotti industrialmente, con meno errori possibili, offrono la massima sicurezza per quanto riguarda la stabilità nel tempo.

Coefficiente di espansione termica (CET)

Ceramiche da rivestimento in riferimento al materiale da struttura devono soddisfare due importanti caratteristiche:

1. Deve crearsi un buon legame fra le due parti in fase di cottura
2. Nella fase di raffreddamento dopo la cottura, nonché nella sollecitazione termica alterna in cavità orale, devono essere adattati i coefficienti di espansione termica (CET) di entrambi i materiali.



In alcuni sistemi, come similmente in sistemi metallo-ceramici, si segue l'idea che la ceramica per struttura (più resistente) in seguito ad un CET leggermente più elevato (fino al 10%) durante la fase di raffreddamento sottopone la ceramica da rivestimento (più debole) ad una tensione da compressione, portandola in una certa zona di sicurezza. Questo principio non deve naturalmente essere sovraeccitato e presuppone che la ceramica da struttura, che contemporaneamente subisce tensione da trazione, sia realmente sufficientemente stabile ed inoltre geometricamente di forma sufficientemente spessa.

Solubilità chimica

La solubilità chimica viene determinata in un test di inserimento in acido acetico per 16 ore secondo le norme internazionali valide per il campo dentale; un test sicuramente molto unilaterale, poiché in cavità orale avvengono molteplici attacchi chimici. Tuttavia il risultato del test dà un punto di partenza grossolano per la resistenza in cavità orale. La norma accetta soltanto ceramiche con una solubilità chimica inferiore a 100 µg/cm², se queste, come per le ceramiche da rivestimento, devono essere esposte direttamente al cavo orale. Esami microscopici dimostrano che questo valore limite correlato con la formazione di difetti in superficie, che portano a superfici ruvide e pertanto anche ad una maggiore ritenzione della placca. In seguito a questi difetti superficiali può essere diminuita anche la resistenza della ceramica. A tale riguardo una buona stabilità chimica ha effetti diretti sugli aspetti clinici.

Carico alla rottura di 3 ponti premolari a 3 elementi

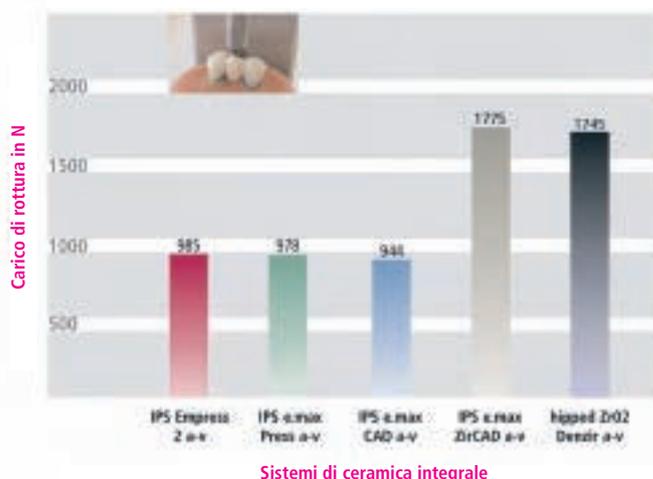


Fig. 4: risultati dei test di resistenza alla rottura di ponti premolari a tre elementi con sezioni di congiunzione di 16 mm². Poiché 500 N sono sufficienti per le forze masticatorie fisiologiche, per i ponti in disilicato di litio si trova una distanza di sicurezza doppia. I ponti in ossido di zirconio con queste sezioni di congiunzione hanno una resistenza talmente elevata, che consente una riduzione delle sezioni di congiunzione.

Resistenza degli elementi di costruzione ed affidabilità clinica

Vogliamo i nuovi materiali avere proprietà eccellenti e vogliamo le nuove tecniche contenere processi di lavorazione affascinanti, tuttavia non vi è la garanzia che la metodica porti a risultati impiegabili. Per una valutazione stimabile dell'idoneità di nuove tecniche di lavorazione o materiali per la realizzazione di restauri odontotecnici è indispensabile, che l'intero processo di produzione odontotecnico sia applicato con il materiale e che l'elemento ultimato, in questo caso p.es. corone o ponti, regga ad un esame comparativo. Una metodica attuale per testare la resistenza di ponti e corone è stata descritta in precedenti pubblicazioni (fig. 4). L'ultima e necessaria istanza per la valutazione di una nuova tecnologia e di innovativi materiali è tuttavia un pluriennale esame clinico.



Fig. 3: test di flessione a tre punti con campioni metallici e ceramici:
a) IPS d.SIGN 98 stato iniziale,
b) IPS Empress 2 stato iniziale,
c) IPS d.SIGN 98 a 430 MPa, deformazione plastica
d) IPS Empress 2 a 430 MPa, rottura

Biocompatibilità della ceramica dentale

Patrik Oehri



Qual'è la biocompatibilità delle ceramiche dentali? Cosa c'è di vero sulle annotazioni critiche riguardanti la radioattività dei materiali ceramici? A queste domande è dedicata la terza parte della serie di articoli sulla ceramica integrale. Patrik Oehri è il responsabile del reparto e si occupa degli studi e test scientifici dei materiali dentali nel dipartimento di ricerca e sviluppo della Ivoclar Vivadent di Schaan/Liechtenstein. Già prima della ricerca e dell'introduzione di IPS Empress – con ciò è iniziata nel campo dentale l'ascesa vincente della ceramica integrale – circa 15 anni fa, l'azienda dentale nel Liechtenstein si è occupata dettagliatamente della tematica inerente alla biocompatibilità ed ha acquisito conoscenza e competenza.

Materiali ceramici che vengono utilizzati in odontoiatria, sono ritenuti straordinariamente „biocompatibili”(2). Proprio in Germania negli ultimi decenni vi sono state molteplici discussioni inerenti ai possibili effetti dannosi dei materiali dentali contenenti metallo: via dall'amalgama, nessun nichel o palladio... Pertanto, oltre ai motivi di carattere estetico, la libertà dal metallo in cavità orale è il desiderio di molti pazienti, che supporta la tendenza alla ceramica integrale „biocompatibile”.

Con biocompatibilità s'intende in generale una buona compatibilità (tissutale) (67) rispettivamente la caratteristica dei materiali di provocare minime o nessuna reazione con il tessuto del corpo. Ciò significa, un materiale dentale è „biocompatibile” quando, per quanto riguarda le sue proprietà e la funzione, si adatta all'ambiente biologico del corpo, non provocando reazioni indesiderate (120).

Valutazione della biocompatibilità

La biocompatibilità quindi non è soltanto una caratteristica del materiale, bensì anche una domanda di interazione con i tessuti vitali. Per i dispositivi medici, come le ceramiche dentali, la valutazione della biocompatibilità è regolata nelle norme internazionali. La norma più importante è la EN ISO 10993 Esame biologico dei materiali di dispositivi medici (32) e specificatamente per materiali dentali la norma EN ISO 7405 (30), si aggiungono inoltre le norme inerenti ai prodotti (29, 31, 54), che determinano principalmente le proprietà chimico-fisiche. In queste norme viene descritta per gli esperti la procedura e le metodiche di test per la valutazione dei rischi biologici di un materiale. I criteri importanti sono: durata d'impiego, invasività (soltanto superficie dentale, nel dente, nel tessuto osseo) e tipo di contatto corporeo (mucosa, ossa, circolo sanguigno...).

Una valutazione inizia di norma dalla composizione e dalle proprietà del materiale: si osserva se vengono inserite sostanze note non problematiche, come si comporta con la solubilità, la degradazione e la possibile interazione (p.es. corrosione) con altre sostanze.

La biocompatibilità stessa viene testata mediante 2 tipi di test:

- Test in vitro su culture di cellule e batteri al di fuori degli organismi viventi, come citotossicità (effetto tossico-cellulare) e mutogenicità
- Esperimenti su animali principalmente su roditori e piccoli maiali

A conclusione degli studi di biocompatibilità, spesso vengono eseguiti studi sull'impiego clinico. La rilevanza (incluse spese e costi), iniziando dal semplice test di citotossicità fino allo studio sull'impiego, è ascendente e chiaramente lo studio clinico sul paziente ha la massima importanza. Esclusivamente solo per la biocompatibilità stessa, gli studi clinici con materiali dentali vengono eseguiti soltanto di rado, bensì la maggior parte delle volte come studio sulla funzione e performance di un materiale. In questi studi vengono osservati inoltre gli effetti collaterali.

L'esperto deve stimare quanti test sono necessari alla valutazione della biocompatibilità di un materiale. Poiché vi sono anche molti nuovi materiali nelle classi delle sostanze, il cui effetto viene testato ed è conosciuto sufficientemente, vengono spesso impiegati soltanto i semplici test in vitro (p.es. citotossicità).

Di regola per i materiali dentali da restauro vengono eseguiti principalmente test in vitro per la citotossicità e mutogenicità, che talvolta vengono completati da esperimenti su animali per l'effetto di sensibilizzazione rispettivamente per il potenziale di allergie. Per la valutazione della biocompatibilità è importante, che si osservino non soltanto un test o una caratteristica sola, bensì effettivamente tutti gli aspetti fra le proprietà del materiale, funzione e ambiente corporeo.

Buona compatibilità della ceramica

La buona reputazione della ceramica in riguardo a biocompatibilità (2, 3) negli ultimi 40 anni è storicamente aumentata ed ha sicuramente a che fare con le particolari caratteristiche del materiale. Decenni fa e fino ad oggi per la ceramica su metallo classica sono stati impiegati materiali quali il feldspato ed il quarzo. Attraverso i processi di fusione e sinterizzazione in fase di produzione e realizzazione, vengono eliminate tutte le sostanze dispersive. Le seguenti caratteristiche garantiscono la buona compatibilità di questa ceramica.

- Sostanze contenute (principalmente ossidi di silicio, alluminio, sodio e potassio) che sono assolutamente necessarie e presenti (2, 3, 103)
- Solubilità estremamente minima (103)
- Elevata stabilità in ambiente orale aggressivo, anche contro sostanze acide (2, 3)
- Minima tendenza alla formazione di placca (2, 3)
- Nessuna interazione di disturbo con altri materiali (2, 3)
- Nessuna degradazione chimica sotto formazione di prodotti di scarto (2, 3)

Principalmente queste ceramiche possono essere definite „bioinerti“ (67). Queste citazioni non valgono soltanto per la classica ceramica feldspatica. Anche per le nuove vetroceramiche a base di leucite (IPS Empress, Vita Mark II...) sono a disposizione sufficienti esperienze e risultati clinici a lungo termine da oltre 10 anni (41), che dimostrano un'eccellente compatibilità in cavo orale. Per i nuovi tipi di vetroceramiche a base di disilicato di litio, in parte altamente resistenti (IPS Empress 2), ossido di alluminio (Procera) o ossido di zirconio (DCS, Lava, Cercon) nel

frattempo sono a disposizione dati sufficienti sul comportamento in cavo orale, che fanno presumere una buona biocompatibilità.

Particolarmente per l'ossido di zirconio a sinterizzazione compatta TZP, che in medicina viene impiegato anche come materiale per articolazioni artificiali dell'anca, nella bibliografia specializzata sono presenti dati per l'impianto e la compatibilità tissutale, che in parte possono essere trasmessi sui materiali dentali, poiché si tratta dell'identico materiale di base.

Grazie all'eccellente reputazione, rispetto ai compositi, nella bibliografia dentale esistono soltanto pochi test sulla biocompatibilità di sistema di ceramica su metallo ed integrale (2, 6, 66, 69, 76, 119). Si tratta esclusivamente di test sulla citotossicità. Ad eccezione dello studio di Messer et al (76) le ceramiche testate in tutte le pubblicazioni non sono citotossiche. Nello studio eseguito da Messer IPS Empress 2 preparato, rispetto ad altre ceramiche integrali, presenta un effetto citotossico, che si riduce dopo un periodo di invecchiamento. Il motivo di questo risultato non è riscontrabile facilmente, è tuttavia in contrapposizione con altri esami tossicologici con IPS Empress 2, da valutare parzialmente in maniera più rilevante (80, 117, 116) e principalmente anche con nuove esperienze cliniche pluriennali (24). La seguente tabella (fig. 1) presenta un nuovo test sulla citotossicità di diverse ceramiche, eseguita presso il NIOM (80) in Norvegia. Non sono risultate differenze statistiche fra le ceramiche, ma una chiara differenza con il composito inserito come confronto.

Praticamente non esistono relazioni di casi (2, 69) su effetti collaterali locali e sistematici oppure pubblicazioni critiche sulla ceramica dentale. Ne deriva pertanto l'elevata accettazione della buona compatibilità anche nel mondo dentale. La possibile abrasività della ceramica con il dente antagonista è ancora una tematica, che non riguarda direttamente la biocompatibilità, bensì principalmente la giusta scelta del materiale con corretta indicazione e buona occlusione sul paziente.

Sulla base dell'esperienza clinica a disposizione e dei dati pubblicati, è appurabile che secondo le cognizioni attuali, le ceramiche impiegate in odontoiatria, presentano una buona compatibilità in cavo orale. Questa affermazione generale non può far dedurre che ogni (nuova) ceramica venga classificata automaticamente come biocompatibile. Per ogni ceramica, deve essere eseguita un'accurata valutazione individuale della biocompatibilità, conoscendo le proprietà più importanti, analogamente alle normative vigenti.

Test di citotossicità: test di contatto cellulare diretto, NIOM, 2004

Prodotto	Sopravvivenza delle cellule in %
Controllo negativo, Teflon	100
Controllo positivo, PVC	21.5
Pulp Canal Sealer, Kerr	20
Composite Z100, 3M ESPE	24.5
IPS Empress 2 Gerüst	84
IPS Empress 2 Schicht	105.5
IPS Empress	119.5
IPS e.max Press	109.5
IPS e.max CAD	103.5
IPS Eris	100

Effetto tossico delle cellule di diverse ceramiche a confronto con un composito rispettivamente sigillante per canali radicolari. I valori superiori all'80% di vitalità delle cellule non significano citotossicità, valori sotto il 30% di vitalità significano una forte citotossicità.

Radioattività

In combinazione con la ceramica dentale esistono sempre annotazioni critiche su una possibile radioattività. L'origine sta nel fatto che negli anni '70 in alcune metallo-ceramiche sono state inserite minime quantità di sostanze radioattive fluorescenti (38, 79, 119). Esistevano anche misurazioni sulla possibile sollecitazione dei raggi a partire dalla ceramica inserita in cavità orale (102). Poiché dall'inizio degli anni '80 esistono sufficienti alternative per ottenere la fluorescenza senza additivi radioattivi, si presume che tutti i produttori più importanti già dagli anni '80 abbiano rinunciato a questi additivi. Ciò nonostante non possono essere escluse così semplicemente possibili fonti di radioattività. Non sono eliminabili facilmente minimi inquinamenti di uranio o torio nelle sostanze parzialmente usate o negli additivi cromatici (38). Pertanto nelle norme inerenti alla ceramica (29, 31, 54) è stato definito che non sono consentiti additivi radioattivi e sono stati regolati i valori limite per la radioattività massima tollerabile. Questi valori limite valgono particolarmente anche per l'ossido di zirconio, che viene acquisito da giacimenti naturali, lavorato e purificato.

Rischi biologici per operatore e paziente

Il potenziale di pericolo maggiore di una ceramica, per l'odontotecnico (piuttosto trascurabile per l'odontoiatra) è rappresentato dalla rifinitura frequente, in cui si liberano micropolveri, che non devono essere inalate. Mediante la lavorazione con aspiratore e mascherina questo rischio potenziale può essere diminuito notevolmente. Per l'odontoiatra nel trattamento di un restauro in ceramica ultimato, il rischio è pressoché nullo. Anche per il paziente il rischio biologico, per quanto riguarda il materiale ceramico è minimo. L'ingestione di ceramica abrasa o distacchi di ceramica non è da considerarsi pericolosa. Con un corretto impiego ed adattamento non sono riscontrabili effetti collaterali locali e sistematici (2, 69).

Questa relazione illustra che nel complesso per le ceramiche dentali ne deriva un minimo rischio ed una buona biocompatibilità. Da questo punto di vista le ceramiche nel campo dentale sono da definirsi materiali di scelta.

Tecnologie di lavorazione della ceramica integrale (PRESS e CAD/CAM)

Tobias Specht



Due vie per i restauri in ceramica integrale

Il product manager della ceramica integrale e maestro odontotecnico Tobias Specht, negli ultimi anni ha potuto osservare due sviluppi attuali in odontotecnica: da un lato la tendenza verso l'odontoiatria estetica in ceramica integrale è in continua accelerazione. Dall'altro lato i laboratori sono sottoposti ad un'enorme pressione riguardante i costi. Procedure CAD/CAM economiche ed una ceramica all'ossido di zirconio altamente resistente, acquisiscono un'importanza sempre maggiore – tuttavia la realizzazione di un manufatto ugualmente estetico e preciso, finora è difficile. IPS e.max unisce per la prima volta i vantaggi della tecnologia PRESS e della tecnologia CAD/CAM, per la realizzazione di un restauro veramente economico ed estetico.

Fino negli anni '80 l'oro era il materiale di scelta, quando odontoiatri ed odontotecnici volevano evitare problemi di incompatibilità nei pazienti. Però il desiderio di estetica, minivasività e libertà dal metallo, spesso rimaneva inappagato. Gli svantaggi determinanti di forme di trattamento in metallo-ceramica rappresentavano la corrosione, blocco della luce passante, bordi coronali scuri oppure gengiva discromica. I restauri in ceramica integrale offrono invece diversi vantaggi: compatibilità con la struttura biologica, neutralità fisica verso altri materiali,

trasmissione della luce simile allo smalto dentale ed una naturale estetica – non ultimo attraverso un bordo coronale pressoché invisibile. Dai primi tentativi con i restauri in ceramica integrale agli attuali moderni sistemi di ceramica integrale, la via, che ha portato a diverse tecniche di lavorazione, è stata lunga. Oggi esistono diverse tecniche, per la realizzazione di un restauro in ceramica integrale.

Una prima variante nel 1984 è stata la vetroceramica „Dicor“ (Dentsply International / Corning Glass Works). La sua lavorazione veniva eseguita secondo la “tecnica della cera persa”. Il restauro pianificato veniva modellato anatomicamente in cera, messo in rivestimento e la cera veniva eliminata nel forno di preriscaldamento. Coloro che svilupparono il sistema „Dicor“ hanno sfruttato la circostanza, che il vetro può essere portato nella forma desiderata in modo relativamente facile. “Dicor” veniva colato in una matrice mediante un metodo di fusione con centrifuga e cristallizzato per più ore nel forno di cottura. Aveva tuttavia lo svantaggio di una bassa resistenza alla frattura di ca. 160 MPa.

Le esperienze cliniche con sistemi di corone in ceramica integrale, cementati convenzionalmente, fino alla fine degli anni '80 erano insoddisfacenti. Nel 1989 la ditta Vita Zahnfabrik con „In-Ceram“ ha introdotto una ceramica, con cui si modellavano strutture in argilla umida a base di ossido di alluminio a granulosità fine. La struttura condensata dopo la modellazione veniva sottoposta a sinterizzazione ed infine infiltrata con un vetro al lantano. La resistenza alla frattura di corone singole in „In-Ceram“ si avvicinava a quella delle corone in metallo-ceramica, tuttavia vi era lo svantaggio, che i necessari tempi di attesa per i processi di sinterizzazione ed infiltrazione duravano fino ad otto ore e presentavano una elevata opacità.



Fig. 1:
IPS Empress - lo stato dell'arte dal 1991

Tecnologia PRESS – stato dell'arte

Nel 1991, Ivoclar Vivadent ha introdotto sul mercato „IPS Empress“ per la realizzazione di restauri in ceramica integrale, che erano realizzati con l'allora nuova tecnologia di pressatura.

La polvere ceramica colorata viene pressata e cotta in grezzi, che in seguito in laboratorio, in consistenza fusa, vengono pressati in un forno per pressatura in una matrice, da cui prima è stata realizzata la modellazione in cera anatomicamente e funzionalmente finita. Questo sfruttamento dello "scorrimento viscoso" porta ad un'eccezionale precisione, comparabile agli adattamenti della tecnica di fusione. Il restauro viene quindi individualizzato esteticamente con supercolori e masse per stratificazione.

IPS Empress viene lavorato secondo l'affermata metodica della cera persa ed in seguito alle proprietà meccaniche della vetroceramica rinforzata da leucite, è indicato per la realizzazione di restauri di denti singoli, quali inlays, onlays, faccette, corone parziali e corone.

La combinazione della vetroceramica a base di leucite con la tecnica di cementazione adesiva consente il raggiungimento di massima estetica e funzione. Lo confermano studi clinici a lungo termine da oltre dieci anni.

IPS Empress ha rivoluzionato la tecnica della ceramica integrale. In seguito alle caratteristiche altamente estetiche, nonché alla tecnica di pressatura di successo, IPS Empress è divenuto leader di mercato nella tecnologia di pressatura e nella ceramica integrale. A metà degli anni '90 sono state introdotte molte altre ceramiche per pressatura, nel frattempo sono disponibili 20 diversi sistemi.

IPS Empress, come originale, grazie alle incomparabili proprietà estetiche (particolarmente dei grezzi TC) è divenuto rapidamente il punto di riferimento a cui si sono misurati tutti gli altri sistemi di ceramica integrale. La tecnologia di pressatura negli ultimi 15 anni è divenuta quindi la tecnica di lavorazione allo stato dell'arte e quindi la sua assenza nel laboratorio odontotecnico è impensabile. La tecnologia di pressatura, grazie alla tecnologia di sovrappressatura, (p.es. mediante ossido di zirconio) acquisisce ulteriore importanza.



Fig. 2:
l'EP600 è stato sviluppato espressamente per il sistema IPS Empress

Tecnologia CAD/CAM – una tendenza del futuro

Dagli anni '70 i sistemi di realizzazione supportati da computer hanno modificato il mondo del lavoro. L'aumentata pressione di costi e la prospettiva di poter lavorare materiali ceramici dal nucleo solido, sono stati decisive per lo sviluppo, in parallelo alla tecnica di pressatura, delle tecniche CAD (Computer Aided Design) per una produzione CAM (Computer Aided Manufacturing) di restauri in ceramica integrale.

Grezzi in ceramica pronti all'uso offrono il vantaggio che da parte del produttore sono presenti caratteristiche fisiche definite ed inoltre diminuiscono gli errori di lavorazione. Già nel 1987 la Sirona ha introdotto sul mercato „CEREC“ per la realizzazione „chairside“ di inlays in ceramica durante soltanto una seduta con il paziente.

Il sistema CAD/CAM, mediante il rilevamento ottico tridimensionale acquisito in bocca, crea dati digitali, in modo tale da rendere superflua un'impronta. I dati delle immagini vengono trasmessi ad un PC. Quindi il restauro desiderato viene costruito in base alle indicazioni di creazione provenienti dalla banca dati del dente ed un fresatore, entro ca. 20 minuti esegue la fresatura del restauro da un blocco in ceramica pronto ed omogeneo, che può essere pitturato e glasato individualmente.

Lo sviluppo di tali apparecchiature negli ultimi anni è stato accelerato. L'impiego universale della ceramica ed i vantaggi delle moderne tecnologie CAD/CAM hanno incoraggiato molte aziende a sviluppare sistemi di ultimazione digitale. In soli 3 anni il numero dei sistemi CAD/CAM dentali è cresciuto costantemente. Questi sistemi si distinguono secondo il loro modo di lavorazione. I sistemi con tecnica additiva generano una forma interna coronale, in cui applicano materiale ceramico su un moncone duplicato. I sistemi con tecnica di sottrazione leggono i dati del moncone e fresano i restauri da dei blocchi di ceramica prefabbricata.



Fig. 3:
sono possibili nuove indicazioni grazie alla
tecnica di sovrappressatura

Economico e sicuro

L'ossido di zirconio stabilizzato con ittrio, a sinterizzazione densa, rappresenta il materiale più resistente per l'uso in campo dentale. La sua resistenza alla frattura con 1200 MPa va oltre lo spettro di sollecitazione rilevante in cavità orale. L'ossido di zirconio è pertanto tecnicamente indicato per ponti estesi. Le sue eccezionali caratteristiche fanno in modo che difetti creati nella struttura, vengano „ripirati“, cosa che può essere definita come „rafforzamento della trasformazione“ e che rende il tutto di eccezionale stabilità nel tempo. Tuttavia la rifinitura meccanica di ossido di zirconio a sinterizzazione densa richiede elevati requisiti degli strumenti di rifinitura e la pazienza umana. Dal punto di vista economico la rifinitura allo stato sinterizzato denso è problematica.



Fig. 4:
CEREC della Sirona per la
realizzazione „chairside“



Figg. 5 e 6:
sistema KaVo Everest e Sirona inLab



Fig. 7:
con IPS e.max la Ivoclar Vivadent sottolinea in maniera determinante la leadership nella ceramica integrale e colma la lacuna fra la tecnologia di pressatura e quella CAD/CAM, definendo ancora una volta un nuovo criterio

Per ridurre la rifinitura dispendiosa e costosa, la maggior parte di coloro che offrono sistemi CAD/CAM lavorano pertanto prevalentemente con ossido di zirconio presinterizzato, simile al gesso, chiamato anche "allo stato bianco". In tal modo i tempi di fresaggio rimangono brevi e gli utensili per fresatura tengono più a lungo. Nella lavorazione di ossido di zirconio presinterizzato, tuttavia, deve essere tenuto conto della sua successiva contrazione durante la sinterizzazione. Nei sistemi con tecnica additiva l'unità CAM fresa una struttura adeguatamente aumentata, che soltanto dopo la sinterizzazione si adatta sul modello con monconi sfilabili. Da ca. sei anni i restauri in ossido di zirconio sono sotto osservazione clinica. Il risultato sembra molto promettente ed indica che l'ossido di zirconio soddisfa i requisiti clinici.

Grande lancio

Il futuro nella ceramica integrale non si trova tuttavia soltanto nella tecnologia di pressatura né soltanto nella tecnologia CAD/CAM. Una combinazione di entrambe le tecnologie integrata in un sistema di ceramica integrale, rappresenterà il futuro, sulla base di sempre crescenti pressioni sui costi e risultante minore disponibilità di investimenti da parte del laboratorio. Per questo motivo, visto che entrambe le tecnologie sono il futuro della ceramica integrale, Ivoclar Vivadent ha sviluppato il nuovo sistema di ceramica integrale IPS e.max. Comprende materiali altamente estetici ed altamente resistenti, sia per la tecnologia di pressatura, sia per la tecnologia CAD/CAM. Semplicità e versatilità sono stati i punti chiave nello sviluppo di IPS e.max. Diversi materiali dalla vetroceramica all'ossido di zirconio, nonché moderne tecnologie di lavorazione offrono proprio quella versatilità richiesta dai laboratori. Il rivestimento di tutti i materiali IPS e.max avviene con un'unica ceramica da stratificazione, che provvede quindi alla semplicità, determinante in laboratorio, per la realizzazione di restauri in ceramica integrale economici ed efficienti. IPS e.max consente inoltre un'eccellente estetica, elevata resistenza ed un'ottimale colorazione indipendentemente dal materiale da struttura utilizzato – principalmente nella realizzazione di casi clinici estesi e combinati, in ceramica integrale.



Dr. Dr. Andreas Rathke

Dall'inlay al ponte – indicazioni per la ceramica integrale

L'indicazione classica per la ceramica integrale è l'inlay. Tuttavia ceramica a base di ossidi altamente resistenti oggi permettono addirittura la realizzazione di ponti latero-posteriori con carico masticatorio, che possono essere cementati convenzionalmente. Questa parte descrive le singole indicazioni in ceramica integrale ed i rispettivi materiali idonei.

La vecchia norma in odontoiatria fissa – metallo-ceramica quale trattamento standard per ponti, ceramica integrale per trattamenti estetici di denti singoli – dall'introduzione delle ceramiche altamente resistenti, è in regressione. Quando un paziente vuole essere trattato interamente con ceramica integrale, l'odontoiatra può soddisfare la sua richiesta. Tuttavia, quali materiali sono indicati particolarmente per quale indicazione?

Inizio con l'inlay

Per gli inlays e corone parziali le ceramiche al silicato – ne fanno parte le ceramiche feldspatiche e le vetroceramiche – si sono particolarmente affermate, in seguito alle loro caratteristiche ottiche ed ai loro risultati a lungo termine. Alcuni di questi materiali hanno cristalli di leucite particolarmente omogenei e posizionati in modo compatto; questi cristalli conferiscono una naturale dispersione della luce ed un effetto camaleontico calibrato. Ulteriori vantaggi clinici rilevanti, che riguardano principalmente le vetroceramiche pressate, sono la possibilità di modellazione anatomica semplice e l'ottima precisione. Inlays in ceramica integrale rappresentano il metodo di scelta nella sostituzione di elevato standard qualitativo di otturazioni in amalgama (figg. 1 e 2).



Fig. 1:
le otturazioni in amalgama devono essere sostituite - un'indicazione classica per la ceramica integrale

Fig. 2:
gli inlays in vetroceramica rinforzata da leucite (ProCAD, Ivoclar Vivadent), fresati con il sistema CEREC e cementati adesivamente, si integrano perfettamente nella sostanza dentale naturale

Poiché nella cementazione adesiva gli inlays hanno una percentuale di successo simile alle corone parziali con estensione cuspidale (70, 71, 97) è necessario eseguire una preparazione orientata a limare solo i difetti e nei denti vitali evitare, se possibile, un'estensione cuspidale. I migliori risultati estetici a lungo termine si ottengono con la tecnica adesiva di Total-Bonding, pertanto si può rinunciare ad un sottofondo (97).

Giochi di luce – faccette e corone anteriori

Le faccette sono particolarmente indicate, quando si può eseguire una correzione mininvasiva della forma, della posizione o del colore di denti anteriori. Le faccette possono essere stratificate liberamente con materiali da rivestimento ceramici a base di silicato. Nella maggior parte dei casi si tratta di ceramiche feldspatiche oppure ulteriormente ottimizzate otticamente con fluoro-apatite. Alternative meno dispendiose per le faccette, ma egualmente estetiche, sono le vetroceramiche pressabili o fresabili.

Anche per ponti e corone anteriori i materiali a base di vetroceramica rappresentano la prima scelta, in seguito alla loro buona trasparenza e dispersione della luce. Determinante per l'ottica è il fatto che la luce venga trasmessa al moncone del dente ed alla radice. Con ciò si evita un blocco di luce, effetto non naturale, della metallo-ceramica. Risultati a lungo termine particolarmente positivi indicano corone in vetroceramiche rinforzate da leucite [40].



Fig. 3:
corone in metallo-ceramica sui denti 11 e 21 hanno causato una gengiva infiammata e discromica

Fig. 4:
dopo aver prelevato le corone si sono presentati perni-moncone fusi realizzati in una lega ad alto contenuto aureo. Per il mascheramento si sono rese ideali le strutture opache in ossido di zirconio

Fig. 5:
corone in ossido di zirconio ultimate sul modello. Il rivestimento estetico è stato realizzato con la vetroceramica a base di nano-fluoro-apatite IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent)

Fig. 6:
le corone in ossido di zirconio 11 e 21 si adattano perfettamente, cromaticamente e in modo foto-ottico, ai denti contigui

Fig. 7:
preparazioni per tre ponti in zona anteriore superiore. Il dente 12 è stato trattato con un perno in ossido di zirconio e con una ricostruzione di moncone sovrappressata

Fig. 8:
i ponti ultimati in vetroceramica a base di disilicato di litio IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) nell'immagine speculare. Il rivestimento è stato realizzato - come per le corone in ossido di zirconio - IPS e.max Ceram

Fig. 9:
in seguito alla resistenza del materiale da struttura, i ponti sono stati cementati convenzionalmente

Qualora siano da trattare monconi di colorazione scura e ricostruzioni in metallo, può essere sensato l'impiego di grezzi di colorazione maggiormente opaca oppure anche ossido di zirconio (figg. 3-6).

Stabili ma belle – corone latero-posteriori

Le vetroceramiche e le ceramiche a base di ossidi si sono particolarmente affermate per la realizzazione di corone latero-posteriori in ceramica integrale. Oltre all'ossido di alluminio, le vetroceramiche a base di disilicato di litio presentano buoni risultati, che valgono anche per ponti a 3 elementi nei settori anteriori fino al secondo premolare (24). Una ceramica per pressatura a base di disilicato di litio, di nuova concezione, presenta una resistenza alla flessione di 400 MPa. Questa resistenza, finora mai raggiunta dalle vetroceramiche, consente anche una cementazione convenzionale. Sono da rispettare attentamente i campi d'indicazione consigliati, i consigli per la preparazione e gli spessori di connessione (figg. 7-9).

La resistenza conta – ponti ed abutments

Ponti latero-posteriori sottoposti a maggiore carico sono stati per lungo tempo una controindicazione per la ceramica integrale. Sebbene vi siano ancora relativamente pochi risultati a lungo termine, l'ossido di zirconio in futuro potrebbe sostituire almeno parzialmente la metallo-ceramica. Ponti in ossido di zirconio, in seguito alla loro elevata resistenza, possono essere cementati convenzionalmente. Tuttavia è da rispettare una preparazione ritentiva ed un inserimento del restauro privo di tensioni e

frizioni. Contrariamente, il materiale in seguito alla sua limitata tenacia alla rottura, potrebbe cedere. È importante inoltre un sufficiente dimensionamento delle strutture, affinché i ponti non vengano sostituiti, in seguito a rivestimenti distaccati.

Un'alternativa a rivestimenti convenzionali è rappresentata dalle strutture in ossido di zirconio sovrappresse con vetroceramica, che possono essere sia pitturate che successivamente rivestite. Mediante sovrappressatura si possono realizzare corone e ponti, che sono similmente precise come i restauri pressati in vetroceramica. Principalmente nella tecnica di pittura si tratta inoltre di una metodica molto economica. Con ossido di zirconio possono essere inoltre realizzate corone primarie, perni radicolari e ricostruzioni di impianti.

Un materiale da rivestimento per tutte le indicazioni

La maggior parte dei sistemi di ceramica integrale si compongono di materiali per struttura e materiali da rivestimento estetico. Poiché ancora nessun sistema si è affermato per tutte le indicazioni, devono essere impiegati differenti materiali da struttura con le idonee ceramiche da rivestimento. In tal modo l'odontotecnico è costretto ad avere a disposizione una grande quantità di assortimenti ceramica. Con una nuova vetroceramica a base di nano-fluoro-apatite questo problema è stato risolto. Grazie alla calibratura di temperatura di cottura e coefficiente di espansione termica, con questa ceramica possono essere rivestite sia struttura in ossido di zirconio che strutture pressate (figg. 5-8). In combinazione con i materiali da struttura idonei, per la prima volta è possibile un trattamento completo in ceramica integrale con un unico sistema di materiale.



Dr. Dr. Andreas Rathke

Faccette in ceramica integrale – l'arte sta nell'effetto naturale

Ceramiche integrali hanno una stabilità cromatica di lunga durata e guidano la luce, in modo singolare nella sostanza dentale circostante e nella gengiva. Pertanto rappresentano il materiale di scelta per la realizzazione di faccette. Tuttavia la tecnica delle faccette – proprio nel dente singolo – deve essere imparata. La pianificazione è l'alfa e l'omega, i fattori per l'effetto cromatico devono essere presi in considerazione e la preparazione dovrebbe essere eseguita rispettando il parodonto e la sostanza dentale. Inoltre non è da dimenticare il teamwork fra odontoiatra ed odontotecnico.

Le faccette non sono soltanto per le star cinematografiche. Le faccette da rivestimento possono essere il metodo conservativo per la sostanza dentale, da scegliere in caso di discromie, dopo fratture di denti anteriori, in caso di otturazioni multiple oppure malposizioni (figg. 1–6). Ulteriori indicazioni sono i riposizionamenti di forma di denti singoli o correzioni funzionali (fig. 7). L'Associazione nazionale di odontostomatologia ha riconosciuto le faccette in ceramica integrale, cementate adesivamente e limitate allo smalto, quale affermata metodica; i risultati a lungo termine dopo 15 anni, con una percentuale del 93%, risultano ottimi [44, 39].

Materiali e metodi

Con le ceramiche sinterizzate su monconi refrattari si possono ottenere spessori particolarmente sottili ed ottimi effetti ottici. Un vantaggio è rappresentato dalla minima resistenza, che può provocare fratture durante la messa in prova oppure durante la cementazione (21). In alternativa, le vetroceramiche con la tecnica di pittura oppure con la tecnica combinata di pressatura/stratificazione, portano ad ottimi risultati estetici.



Fig. 1: indicazione otturazione estesa: dente 21 con ricostruzione del bordo incisale discromico in composito

Fig. 2: la faccetta ultimata in vetroceramica pressata (IPS Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent). In seguito all'otturazione in composito, il bordo incisale è stato inglobato in maniera totale

Fig. 3: con una tecnica di realizzazione standardizzata è possibile ottenere ottimi risultati estetici, con dispendio di tempo controllabile, anche in faccette di denti singoli

Fig. 4: indicazione frattura del dente: dopo un incidente sportivo, il dente 11 è stato trattato con una corona in metallo-ceramica ed il dente 21 con una ricostruzione del bordo incisale in composito

Fig. 5: con la vetroceramica a base di nano-fluoroapatite IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent) è stata sinterizzata la faccetta e la corona rivestita su cappetta in IPS e.max Press

Fig. 6: poiché in entrambi i restauri è stata impiegata la stessa ceramica da rivestimento, ne risulta un aspetto ottico uniforme

Fig. 7: indicazione correzione di forma: per la mancanza del dente 12 è stata realizzata una faccetta sul canino con la vetroceramica fresata (ProCAD, Ivoclar Vivadent) con il sistema CEREC-Veneer e trasformata in dente laterale ed il primo premolare è stato ritrasformato in canino mediante composito.

Il vantaggio della metodica combinata è da un lato il materiale resistente standardizzato. Dall'altro lato si possono realizzare senza problemi correzioni estetiche (figg. 1–6). Un'ulteriore possibilità di realizzazione per le faccette è la tecnica CAD/CAM (fig. 7).

La pianificazione è fra le cose più importanti

Faccette in ceramica integrale devono essere pianificate accuratamente. Oltre all'analisi della forma e posizione del dente, la linea del sorriso, il profilo e la funzione ne fa parte anche l'analisi della situazione cromatica. In tal modo denti fortemente discromici possono essere spesso trattati con successo con faccette, soltanto dopo un preventivo sbiancamento. Qualora non fosse possibile uno sbiancamento, è necessario lavorare con maggiore potere coprente, quindi ceramiche più opache, spessori più elevati degli strati di ceramica, oppure con corone. Una correzione cromatica con compositi da cementazione colorati è raggiungibile invece soltanto in modo limitato [52]. Compositi opachi ed opaquer possono compromettere l'effetto di profondità delle faccette.

In caso di anomalie di posizione accentuate, al posto delle faccette, può essere indicato un trattamento di corone parziali oppure di corone, qualora non si desiderino pretrattamenti ortodontici. Affinché il progetto di team della faccetta riesca, prima della preparazione si consiglia una documentazione fotografica e l'esecuzione di modelli di studio e di un wax-up diagnostico.

Preparazione orientata al difetto

Dopo trattamenti di sbiancamento, è necessario aspettare tre settimane con la realizzazione della faccetta, per ottenere un legame adesivo ottimale. Inoltre denti sbiancati in questo lasso di tempo possono ancora scurire. Affinché la gengiva sia sana, una settimana prima della preparazione, è necessario eseguire una detersione professionale dei denti.

Una mascherina in silicone del wax-up è indicata per l'orientamento in fase di preparazione. I bordi della faccetta dovrebbero trovarsi nello smalto ed i contatti prossimali ed i bordi incisali, se possibile, devono rimanere intatti. Poiché le faccette hanno una quota di successo simile sia con sia senza inglobazione del bordo incisale (22), è necessario eseguire una preparazione orientata solo al difetto. In

zona cervicale vicino alla gengiva si esegue una preparazione a Chamfer.

Nella spesso inevitabile esposizione della dentina, deve essere impiegato un adesivo dentinale. Si ottengono buoni risultati a lungo termine, se le zone dentali rimangono esposte soltanto all'interno della delimitazione dello smalto. La percentuale di successo peggiora invece quando il bordo della faccetta finisce nella dentina o nelle otturazioni in composito [44, 22].

Presa dell'impronta, provvisorio, cementazione

La presa dell'impronta avviene, come di consueto, con silicone o polietere fluido, in cui è necessario rinunciare alla tecnica della doppia miscelazione. Il motivo, è un possibile contatto della fase altamente viscosa con la preparazione. In caso di minimo asporto di sostanza e minima distanza temporale fra presa dell'impronta e cementazione, si può rinunciare a faccette provvisorie. In questo caso si applica una lacca desensibilizzante. I provvisori possono essere realizzati sia con l'ausilio di una mascherina in silicone che con un foglio per stampaggio (mascherina termoplastica trasparente). Nella cementazione adesiva dovrebbero essere inseriti i fili di retrazione senza soluzioni emostatiche, onde evitare decolorazioni marginali.

Si sceglie preferibilmente un materiale trasparente, poiché il composito da cementazione ha soltanto una minima influenza sul colore. In tal modo si rafforzano la trasparenza e l'effetto camaleontico. I passaggi fra smalto e bordo del restauro sono pertanto appena visibili. Si sono affermati compositi da fissaggio con una buona fluorescenza. Questo importante effetto di luce, che nei denti naturali proviene dalla dentina, in alternativa può essere raggiunto con una ceramica di fluorescenza equilibrata. Le faccette sono veramente ben riuscite, nel momento in cui l'osservatore non nota i restauri.

Conclusione

Le faccette in ceramica sono una possibilità di trattamento conservativo con un grande potenziale estetico. Affinché la terapia riesca, sono necessarie una buona pianificazione e un buon pretrattamento con sbiancamento. La trasformazione in studio ed in laboratorio richiede una lavorazione particolarmente accorta ed accurata. Con metodiche di realizzazione standardizzate e sistemi ceramici semplificati, oggi almeno la realizzazione odontotecnica è facilitata.

Precisione di restauri in ceramica integrale

Dr. Thomas
Völkel



Il successo clinico di restauri in ceramica integrale dipende da molti fattori. Oltre al modo di preparazione, allo spessore della struttura ed al design del e restauro ultimato, anche la precisione ha un influsso determinante sul successo clinico. Il chimico Dr. Thomas Völkel del dipartimento di ricerca e sviluppo della Ivoclar Vivadent a Schaan/Liechtenstein si occupa da anni fra l'altro di questa tematica.

Una minima fessura marginale ed un armonico decorso del limite della preparazione rappresentano i criteri importanti per la qualità di un restauro protesico. Principalmente nella cementazione di strutture, ampie fessure del cemento possono avere conseguenze negative. Quanto più la superficie del cemento è esposta a condizioni orali, tanto più rapidamente il cemento esposto si abraderebbe o si distaccherebbe, provocando discromie, microinfiltrazioni o carie secondaria. La ridotta cementazione può inoltre provocare fratture della struttura o addirittura una decementazione del restauro. Nella cementazione adesiva con un composito gli effetti dello spessore della fessura non sono così drammatici, perché il composito ha una resistenza meccanica maggiore ed è notevolmente più resistente in ambiente orale. Dalla bibliografia è noto che una fessura marginale di 50 -100 µm assicura una cementazione ottimale con un composito [78]. Non esiste comunque in merito alcun standard internazionale. Alla fine anche lo spessore del film del materiale da fissaggio impiegato ha un influsso sulla precisione e sulla fessura marginale. Corone cementate con composito presentano una fessura marginale decisamente minore rispetto a corone cementate con cementi all'ossifosfato di zinco [82].

Rilevanza clinica

Imprecisioni marginali possono avere un influsso negativo, dovuto a carie secondaria, lesioni parodontali, ipersensibilità e sovracontatti. Inoltre, proprio nella cementazione convenzionale, causano una riduzione della resistenza del materiale, con conseguente limitazione del successo a lungo termine di un restauro. Nel caso più estremo, uno strato spesso di composito, in seguito alla tensione da trazione che si dovuta alla contrazione del volume durante l'indurimento, può rompere restauri in ceramica gracili (p.es. faccette).

La precisione nella creazione di un restauro dipende dall'operatore e da ciascuna tecnica di realizzazione. Dei fattori dipendenti dall'operatore, che influenzano l'adattamento ottimale, ne fanno parte la creazione della preparazione, la precisione dell'impronta e l'esatto adattamento manuale del restauro. Fattori odontotecnici generali sono la precisione nella creazione del modello e la realizzazione del restauro. Quest'ultima si distingue in modo rilevante a seconda se si tratta di tecnologia di pressatura o di tecnologia CAD/CAM. I fattori vengono descritti separatamente.

Quindi è chiaro che fattori dovuti all'operatore e dovuti alla tecnologia si influenzano vicendevolmente. Possono portare ad una propagazione di errori oppure anche, in seguito ad una perfetta calibratura e ad una ottimizzazione continua, ad una elevata precisione.

Precisione nelle ceramiche per pressatura

Nella tecnologia di pressatura, in cui la vetroceramica con un sistema con muffola viene pressata ad alte temperature in uno spazio creato da una forma in cera, si ottengono buoni risultati di precisione. Con IPS Empress, p.es. sono state misurate fessure del cemento in vitro di 53 µm [4]. La fessura marginale nelle corone, dopo un altro esame, a seconda della preparazione a spalla o a Chamfer, risultava evidentemente inferiore a 50 µm. Anche in raffronti diretti fra restauri realizzati con CAD/CAM e restauri in vetroceramica pressati, le precisioni delle ceramiche per pressatura risultano sempre migliori [98] rispetto a restauri in

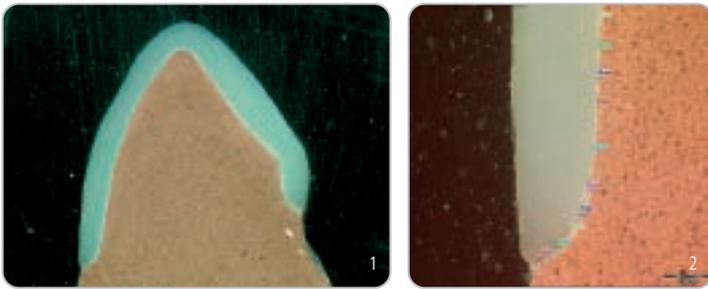


Fig. 1:
sezione di una cappetta di un dente anteriore sul moncone in gesso

Fig. 2:
dettaglio labiale della fessura di cemento misurata

ceramica fresati o sinterizzati. Con l'ausilio di una lacca distanziatrice, applicata sul moncone del modello, può essere definito lo spessore della fessura del cemento.

Precisione nelle ceramiche fresate con CAD/CAM

Nelle ceramiche lavorabili con CAD/CAM vengono fresate strutture e restauri da un blocco di ceramica. La precisione quindi dipende direttamente dall'immagine ottica del moncone del modello, dall'elaborazione dei dati nel PC e dalla tecnica di fresatura. Alla fine anche la dimensione e la qualità degli strumenti di fresatura hanno un notevole influsso.

Gli apparecchi CAD/CAM sono stati introdotti in odontoiatria negli anni '80. Il CEREC 1 della Sirona Dental Systems, quale sistema CAD/CAM per l'impiego chairside, è stato introdotto sul mercato alla fine del 1980. In seguito all'ancora insufficiente software ed ai utensili di fresatura di dimensioni relativamente grandi, la precisione non risultava ancora ottimale. La fessura del cemento raggiungeva molto raramente valori inferiori a 100 μm . In una tabella di studio, che valuta studi clinici e test di laboratorio su inlays eseguiti con il sistema CEREC della prima generazione, sono state riscontrate larghezze delle fessure da 80 a 282 μm [112]. Grazie all'ottimizzazione del software, degli strumenti di fresaggio e della tecnica di fresaggio, la precisione è stata migliorata di generazione in generazione.

Le attuali precisioni marginali delle ceramiche CAD/CAM possono misurarsi quasi con i risultati delle ceramiche da pressatura.

Tinschert et al. hanno misurato la precisione di ponti da tre a cinque elementi in ceramica all'ossido di zirconio sinterizzata (DCS). Sono state riscontrate fessure del cemento e oscillazioni della precisione fino a 70 μm . A seconda dell'autore, è clinicamente accettabile un valore inferiore a 50 μm [110] o intorno a 120 μm [74]. Le imprecisioni riscontrate sembrano però non essere clinicamente problematiche per restauri a più elementi e quasi ideale per questo tipo di restauro. Nell'inLab (Sirona) e KaVo Everest (KaVo) vi è la possibilità di scelta nel software per regolare leggermente la precisione della fessura del cemento (Spacer).

Esistono ancora possibilità di miglioramento all'interno di corone su conformazioni incisali finemente strutturate. L'adattamento ideale qui viene limitato dalla grandezza dello strumento per fresaggio. Spesso questo problema richiede un miglioramento con conseguente rielaborazione, che può portare ad un indebolimento della struttura ceramica.

Ossidi di zirconio presinterizzati (come IPS e.max ZirCAD), in seguito alla minima durezza, sono lavorabili in modo relativamente semplice. Questo abbrevia il tempo di fresaggio e gli strumenti di fresaggio quindi si usano meno velocemente, rispetto alla lavorazione con ossido di zirconio a sinterizzazione densa. Le strutture fresate devono però essere sinterizzate densamente in un processo di sinterizzazione a temperature intorno ai 1500 °C. In tal caso perdono fino al 30% in volume. Questo processo di contrazione deve essere controllato, affinché la precisione delle strutture non peggiori durante la perdita di volume. Una deformazione della struttura sarebbe un possibile errore, che ne potrebbe risultare. Anche gradienti di temperatura, che causano un pro-

cesso di sinterizzazione non uniforme nella struttura, possono essere la causa della deformazione e degli errori di precisione. Per evitare ciò, nell'IPS e.max ZirCAD è offerta una vaschetta di sinterizzazione in ossido di alluminio, che è riempita fino a ca. a metà con specifiche sfere di ZrO₂. Le strutture di denti latero-posteriori vengono posizionate con l'occlusione verso il basso su queste sfere, le strutture di denti anteriori invece vestibolarmente. Questa base permette una perfetta mobilità durante la contrazione volumetrica ed un'uniforme distribuzione della temperatura. Inoltre questo ausilio nella sinterizzazione offre un supporto uniforme della struttura.

Un ulteriore presupposto per un buon adattamento di ossido di zirconio presinterizzato, è una densità uniforme all'interno dei blocchi. Questa proprietà nell'IPS e.max ZirCAD è una componente della specificazione.

IPS e.max CAD, la nuova ceramica fresabile a base di disilicato di litio non viene lavorata nella forma finale del materiale. Si presenta in un blocco "blu" parzialmente cristallizzato con cristalli di metasilicato di litio. Questi blocchi hanno una resistenza minore e pertanto una lavorabilità più semplice e rapida rispetto alla ceramica finita a base di disilicato di litio. La forma finale viene raggiunta dopo un processo di cristallizzazione in un forno per ceramica (Programat P100) a 800 °C. La contrazione volumetrica risulta di ca. 0.2 % ed è considerata nel software inLab.

Durante la cristallizzazione, in cui nella matrice si formano cristalli a base di disilicato di litio aghiformi, vi è il rischio della modifica di forma. Vicino alla temperatura di trasformazione della ceramica, in seguito al proprio peso, si può verificare una deformazione. Per questo motivo le strutture in IPS e.max CAD vengono riempite con pasta di supporto alla cottura IPS Object Fix.

Dopo il processo di cottura questa pasta di supporto è facilmente rimovibile. La struttura non deve essere sabbata, per evitare un indebolimento della ceramica. Grazie a questo procedimento si evitano le imprecisioni.



Fig. 3:
la pasta d'ausilio Object Fix viene introdotta all'interno della struttura coronale

Fig. 4:
la struttura della corona in IPS e.max CAD sul piano di sostegno con la pasta refrattaria Object Fix

Metodiche di misurazione della precisione

Il cosiddetto Fit Checker (GC America Inc.) offre una metodica rapida per determinare la precisione di una corona o di un ponte nella prassi quotidiana. Si tratta di un polisilossano colorato e ad indurimento per addizione). Viene impastato e posizionato nella corona. Durante l'adattamento sul moncone del dente indurisce diventando un film meccanicamente stabile. Dal punto di vista puramente qualitativo si riconosce, dove da un lato vi sono contatti diretti della struttura con il moncone e dall'altro uno spazio fra la struttura ed il dente.

Metodiche qualitative per la determinazione della precisione nella scienza dentale avvengono con precisi procedimenti d'impronta. Si esegue la scansione delle repliche e dei monconi dei modelli mediante sensori laser 3D e quindi il confronto fra loro. In tal modo mediante un grafico si possono rilevare le differenze (positive e negative) rispetto ai punti di misurazione [13]. Le fessure del cemento e le imprecisioni sul passaggio restauro-bordo della preparazione sono state inoltre testate, misurate e documentate con il microscopio a scansione elettronica (SEM) [8].

Qualtrough und Piddock [69] danno una buona e critica panoramica sulla determinazione della precisione e del bordo marginale in vivo ed in vitro.

Riassunto

Ceramiche da pressatura, come IPS Empress o IPS e.max Press, finora sono note come restauri di elevata precisione. Anche i sistemi CAD/CAM nel corso degli anni si sono evoluti ed hanno raggiunto uno standard simile nella precisione dei restauri fresati. Tuttavia il raggiungimento di una buona ed esatta precisione si trova sempre ancora in mano al clinico, per quanto riguarda la preparazione e l'esatta presa dell'impronta. Infine l'odontotecnico, con le sue conoscenze ed istruzioni di lavorazione dettagliate da parte del produttore, deve e può contribuire a fornire al paziente un restauro perfettamente preciso. Una buona precisione contribuirà affinché il restauro non sia soltanto estetico, bensì abbia anche una lunga durata nel tempo.



Fig. 5:
protesizzazione di corone in IPS e.max ZirCAD, rivestite con IPS e.max Ceram (denti 21, 11 e 12) (Università di Monaco)

Dr. Siegwald
Heintze

Abrasione di materiali ceramici

Rilevanza clinica e possibilità di previsione

Dopo la tematica della precisione, il Dr. Siegwald Heintze affronta la problematica dell'abrasione. Quale responsabile del reparto in-vitro da un po' di tempo esamina quale siano le metodiche indicate per prevedere l'abrasione.

Ponti e corone, le cui superfici occlusali sono costituite da materiali ceramici, sono egualmente sottoposti ad abrasione come altri materiali da restauro. Anche lo smalto dentale naturale abrade con il tempo. Esistono molti fattori tipici dei pazienti, che influiscono sull'abrasione, come l'alimentazione, le parafunzioni, il bruxismo, per citarne alcuni. Il digrignamento involontario dei denti (5), specialmente notturno, rappresenta un fattore di rischio per un'aumentata abrasione di sostanza dentale (7) naturale, ma anche di materiali da restauro (88). Pazienti bruxisti possono sviluppare forze di pressione fino a 1000 N ed oltre, che si trovano molto oltre alle forze, che si verificano durante la masticazione (81). Queste, normalmente - secondo l'alimento - si trovano fra 20 e 120 N, in cui nei settori latero-posteriori si sviluppano forze maggiori rispetto ai settori anteriori (61, 104). Recettori nervosi nel tessuto parodontale e nei muscoli di masticazione guidano la forza masticatoria, che a contatto con i denti non viene aumentata improvvisamente, bensì gradualmente. Questo fenomeno si è potuto studiare in dettaglio sui pazienti soltanto negli ultimi anni, mediante piccoli sensori extra-fini a multipunti [61,62].

Un'elevata forza masticatoria rispettivamente bruxismo è anche uno dei motivi importanti per il fallimento di ricostruzioni in ceramica integrale, che si esplica particolarmente nel distacco di ceramica da stratificazione rispettivamente nella frattura di ponti e corone. La prevalenza di bruxismo negli ultimi decenni è aumentata considerevolmente presso la popolazione. Uno studio su studenti americani al college ha dimostrato una quadruplicazione durante gli ultimi tre decenni (1966: 5.1%, 1999: 22.5%) [50]. Un perfezionamento dei criteri di misurazione può tuttavia aver contribuito al riconoscimento di più pazienti con bruxismo. Pazienti bruxisti in ogni caso

dovrebbero essere esclusi da trattamenti in ceramica integrale. Riconoscere questi pazienti nella prassi quotidiana, è molto difficile, se non si identificano chiari segni di abrasione sui denti rispettivamente sui modelli oppure vengono comunicati eventuali rumori notturni di digrignamento da parte del partner. Inoltre cosiddette "abitudini" come mangiarsi le unghie oppure mangiare tabacco da masticare contribuiscono ad un'aumentata abrasione [19]. Se i pazienti si alimentano principalmente con cibi che sono molto abrasivi (p.es. müsli, vegetali crudi) oppure sul posto di lavoro o nel tempo libero si trovano in posti in cui potrebbero entrare in bocca sostanze abrasive (p.es. polvere, sabbia), il rischio di abrasione può aumentare.

Quali tipi di abrasione avvengono in bocca?

L'abrasione è il termine generico di qualsiasi tipo di erosione di materiale in bocca, sia di sostanza naturale dentale dura che anche di materiali da restauro. Mediante test di laboratorio ed in seguito a considerazioni teoriche si possono distinguere diversi tipi di meccanismi di abrasione, che in bocca si sovrappongono, poiché possono verificarsi più o meno contemporaneamente [65]. Se due denti durante il morso o la deglutizione si toccano, ossia p.es. uno smalto antagonista su una corona in ceramica, si parla di abrasione di due corpi oppure attrito. Se fra i denti si trovano alimenti, oppure se lo spazzolino con il denticifricio scivola sui denti, si parla di abrasione di tre corpi oppure abrasione. Si parla di abrasione anche quando p.es. nei compositi, stringendo i denti si distaccano parti, quindi "sostanze abrasive". Oltre a questi meccanismi meccanici, esistono anche meccanismi chimici, la cosiddetta erosione (fig. 1). Questa avviene, quando p.es. acidi provenienti dal cibo (p.es. succhi acidi, soft drinks, ecc.) oppure l'acido gastrico in pazienti con anoressia nervosa dissolvono chimicamente lo smalto o materiali restaurativi, successivamente in seguito alle forze di abrasione si possono distaccare facilmente. In particolare nei materiali ceramici l'impiego di soluzioni acide per il risciacquo a base di fluoruro e gel a base di fluoruro (p.es. nel Nord-America gli usuali fluoruri al fosfato acidi APF,1,23%) oppure anche sbiancanti ad alta

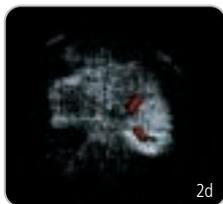
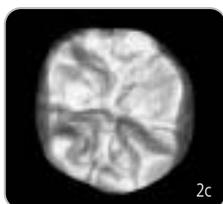
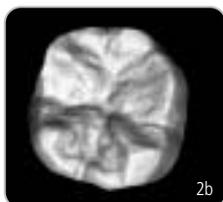


Fig. 1: paziente di 50 anni con forte abrasione, particolarmente nei molari, con esposizione della dentina. Meccanismo principale, probabilmente erosione

Figg. 2 a-d: quantificazione dell'abrasione mediante tecnologia al laser (Laserscan 3D, Willytec)

Fig. 2a: visione occlusale di una corona in ceramica integrale su dente 36 con IPS e.max CAD (caso clinico: F. Perkon/A. Stiefenhofer R&S Ivoclar Vivadent), 12 mesi dopo la cementazione

Figg. 2b e 2c: i modelli a scansione avvenuta, a sinistra 1 settimana dalla cementazione, a destra dopo 12 mesi

Fig. 2d: immagine di sottrazione dopo la sovrapposizione. Le zone rosse rappresentano zone di abrasione e concordano con gli stop occlusali dell'immagine clinica. L'abrasione verticale in questo caso è di 45 μ m

Fig. 3: metodiche Ivoclar Vivadent di misurazione dell'abrasione. Nel simulatore di masticazione si esamina l'abrasione su corone standardizzate in ceramica

percentuale di perossido di carbamide attaccano il materiale ed erodono; pertanto nei restauri ceramici essi sono da evitare [14, 20].

Nell'abrasione è inoltre importante la frizione. Una superficie liscia è meno soggetta ad abrasione rispetto ad una ruvida. La saliva d'altra parte con le sue sostanze contenute può ridurre l'abrasione, poiché come un materiale di scorrimento riduce la frizione [77].

Qualora non si distaccano soltanto parti nella micro-zona, bensì anche parti più grandi dovute a sollecitazione, anche questa è una forma di abrasione. Un'abrasione dovuta a sollecitazione può avvenire anche nella micro-zona: questo riguarda principalmente la ceramica, poiché la ceramica è fragile e sotto sollecitazione di trazione si frattura. Nei compositi prevale il meccanismo meccanico-erosivo, nei metalli quello abrasivo [27].

L'abrasione ha una rilevanza clinica?

Se i pazienti presentano denti oppure ponti e corone abrasivi, questo non ha un buon aspetto estetico, particolarmente se ciò avviene in una zona visibile come quella anteriore, ed il paziente stesso o i suoi amici o conoscenti lo notano. Ma l'abrasione ha anche conseguenze sull'apparato masticatorio? Anche nei più recenti libri di odontoiatria è scritto che un'abrasione eccessiva di denti o restauri, può provocare malattie dell'articolazione temporo-mandibolare e dell'apparato di mantenimento dei denti, allungamenti degli antagonisti rispettivamente rovesciamento di denti contigui. Sulla base dei test scientifici a disposizione, queste connessioni non possono essere confermate. Anche in pazienti con elevata abrasione o con forte perdita della dimensione verticale, esaminata nell'arco di 20 anni o oltre, non si è potuta determinare alcuna correlazione fra abrasione e malattie dell'articolazione temporo-mandibolare oppure abrasione e parodontite [7, 15, 46, 47, 56, 105]. Per quanto riguarda allungamento e rovesciamenti, gli studi clinici su pazienti con diastemi hanno dimostrato che nella maggior parte dei casi (>90%) i denti contigui oppure antagonisti si muovono meno di 1 mm nell'interstizio [49, 107]. Il sistema stomatognatico evidentemente

è molto adattativo e nella maggior parte dei casi è in grado di compensare modifiche nel sistema dentale. L'abrasione sembra pertanto essere prevalentemente un problema estetico, insieme eventualmente alla limitazione del confort di masticazione rispettivamente alla funzione masticatoria, non documentato però scientificamente.

L'abrasione di materiali ceramici può essere misurata in cavo orale?

L'odontoiatra nota l'abrasione soltanto, quando è molto accentuata nella perdita verticale locale (> 0,5 mm) oppure quando la perdita riguarda in modo generalizzato l'intero restauro, così come può verificarsi parzialmente in corone stratificate con composito. La quantificazione esatta di abrasione invece è dispendiosa e non banale. L'abrasione non può essere misurata direttamente in cavo orale, bensì soltanto su modelli (repliche), ottenute attraverso impronte intraorali. In tal senso sono a disposizione diverse apparecchiature. L'apparecchio maggiormente sviluppato, con cui si può eseguire la misurazione in modo rapido ed efficiente, si basa sulla tecnologia laser e viene impiegato inoltre nella tecnologia CAD/CAM [75]. Vengono sovrapposte immagini tridimensionali dei modelli iniziali e successivi e l'apparecchio rileva le differenze negative (fig. 2). La metodica sussiste e fallisce tuttavia con la qualità dell'impronta. Inoltre la scelta dei pazienti e del numero di prove è molto importante. Se si esaminano prevalentemente pazienti con elevato potere di masticazione, si misurerà maggiore abrasione rispetto a pazienti con minore potere di masticazione. In generale gli uomini hanno un potere di masticazione più elevato rispetto alle donne e pazienti più giovani un potere di masticazione più elevato rispetto a pazienti anziani [106, 124]. La forza masticatoria nonché le differenti abitudini alimentari sono probabilmente la causa che l'abrasione misurata in vivo varia notevolmente da paziente a paziente. Le oscillazioni riguardano parzialmente il 50% o più del valore medio [108, 123]. Pertanto per una citazione riguardante l'abrasione, è molto importante avere a disposizione un ampio numero di casi (>30).

Per quanto riguarda i materiali ceramici, sono a disposizione minimi dati sull'abrasione in vivo. I pochi casi confermano però l'impressione di odontoiatri praticanti, che l'abrasione di materiali ceramici sia minima e simile a quella dello smalto. In pazienti con elevato potere masticatorio, in cui sullo stesso moncone sono state inserite corone di diversi materiali, prelevate dopo 6 mesi di permanenza e pesate, si è dimostrato che le corone in composito micro-riempito presentavano una perdita di sostanza ca. sei volte maggiore rispetto alle corone in ceramica, che a loro volta presentavano una perdita minore rispetto alle corone auree [28]. Sulla base dei pochi dati a disposizione, che riguardano misurazioni quantitative su modelli, si può presumere che la perdita verticale media nella zona di contatto oclusale dopo il primo anno dall'inserimento del restauro è di ca. 40–50 μm [18] (fig. 2).

Più critica rispetto alla perdita di sostanza del materiale è quella dei denti nell'arcata antagonista. L'esperienza clinica ha dimostrato già poco dopo l'introduzione della metallo-ceramica negli anni '60, che denti in antagonismo a corone in ceramica, sono sottoposte ad una maggiore abrasione. Con le metallo-ceramiche, sviluppate negli anni '90 (p.es. IPS d.SIGN) e con le ceramica integrali a base di leucite, come p.es. IPS Empress, non è stata rilevata questa eccessiva abrasione degli antagonisti. Tuttavia non vi sono misurazioni attendibili dell'abrasione di diversi materiali, rilevate su un numero sufficientemente elevato di pazienti. Esistono osservazioni cliniche rispettivamente misurazioni, che riguardano un minimo numero di casi, secondo i quali le ceramiche altamente resistenti (p.es. ceramiche a base di disilicato di litio) potrebbero causare eventualmente un'abrasione leggermente maggiore sugli antagonisti. L'abrasione misurata degli antagonisti dopo un anno di permanenza, secondo il materiale può trovarsi fra 70 e 120 μm [109]. Tuttavia mancano misurazioni ad un numero più elevato di pazienti.

L'abrasione può essere simulata in laboratorio?

Negli ultimi 30 anni sono stati sviluppati molti apparecchi e metodiche per la verifica della resistenza all'abrasione. Nella maggior parte dei casi vengono impiegati cosiddetti simulatori di masticazione, in cui con un determinato carico o forza sui materiali da esaminare agiscono antagonisti in smalto o in materiale sintetico (p.es. ceramica). Esistono metodiche in cui vengono impiegati materiali resinosi (p.es. PMMA) oppure materiali abrasivi naturali (p.es. miglio, papavero), per simulare l'influsso del cibo [55]. Alcuni anni fa Ivoclar Vivadent ha eseguito uno studio, in cui sono stati inviati a 5 istituti di controllo, campioni prova piani in dieci diversi materiali (8 compositi, 1 amalgama, 1 ceramica), che hanno impiegato 5 diverse metodiche per la determinazione dell'abrasione [53]. Gli esaminatori non sapevano esattamente quali materiali stavano provando. I dati inviati ad Ivoclar Vivadent sono stati preparati statisticamente e si è giunti alla conclusione, che le metodiche non hanno portato a risultati concordanti. In alcune metodiche la dispersione era così grande, da poter distinguere minimamente i materiali. Una spiegazione è certa: le singole metodiche seguono differenti impostazioni, che hanno di conseguenza differenti meccanismi di abrasione. Se si considera soltanto il materiale ceramico, risultava una maggiore concordanza rispetto ai materiali compositi; la ceramica presentava un'abrasione comparabilmente minore.

Se si osservano più attentamente le differenti apparecchiature o metodiche di misurazione, si può appurare che attualmente all'infuori di un apparecchio (simulatore MTS di masticazione) appena uno degli apparecchi è indicato come simulatore dell'abrasione, poiché in molti non possono essere controllati i fattori che influiscono l'abrasione rispettivamente questi fattori non sono stati determinati.

Inoltre le metodiche, eseguite con queste apparecchiature non sono sufficientemente avvalorate per generare dati riproducibili. La maggior parte di apparecchiature e metodiche non soddisferebbero o soltanto in parte le severe direttive (GLP = Good Laboratory Practice), che l'ente di controllo americano FDA (Food and Drug Administration) richiede alle metodiche per il controllo di dispositivi medici [36, 37]. Poiché esistono appena dati validi inerenti all'abrasione in cavo orale, praticamente tutte le metodiche non devono produrre alcuna prova, inerente all'abrasione in vivo.

Ciò non significa però che le metodiche di simulazione dell'abrasione oggi affermate siano tutte inutili. Una prognosi inerente all'abrasione su paziente migliora, quando vengono combinate almeno due diverse metodiche di misurazione dell'abrasione. Nella metodica, sviluppata da Ivoclar Vivadent, nei materiali ceramici si può stabilire una certa concordanza con le osservazioni cliniche sopra descritte, in particolar modo anche per quanto riguarda l'abrasione dell'antagonista dello smalto (fig. 3). Nelle corone completamente anatomiche realizzate con CAD/CAM abbiamo potuto dimostrare che la qualità della superficie ottenuta dopo il processo di fresaggio, ha un notevole influsso sul comportamento abrasivo rispetto allo smalto. Una superficie occlusale ruvida della corona risulta in un'abrasione doppiamente elevata dell'antagonista dello smalto. La glasura della corona non lo evita, poiché essa ha uno spessore di soltanto ca. 50 µm e si abrade velocemente.

Base di partenza per ulteriori ricerche:

- La rilevanza clinica dell'abrasione è principalmente di natura estetica.
- Finora non si sono potuti constatare danni rilevanti dal punto di vista della salute.
- Materiali ceramici nella zona dei ponti e delle corone, rispetto al composito, presentano un'abrasione decisamente minore. Questa è minimamente visibile in cavo orale. Tuttavia, secondo il materiale, l'abrasione dell'antagonista dello smalto può aumentare notevolmente.
- Le metodiche in vivo per la rilevazione dell'abrasione finora affermate non sono prevalentemente avvalorate e consentono soltanto una prognosi approssimativa del comportamento abrasivo in vivo.



Preparazione per restauri in ceramica integrale – adesiva vs ritentiva



La realizzazione di preparazioni per ceramica integrale è esigente; cosa che nessuno contraddirà. Tuttavia le preparazioni adesive di denti latero-posteriori, in molti casi, sono più semplici rispetto alle preparazione convenzionali per metallo-ceramica. Dipende dal fatto che per la ceramica integrale adesiva non è necessaria una forma di preparazione ritentiva e pertanto anche nessun moncone lungo e ricostruzioni.

In una preparazione convenzionale è necessario osservare sempre la forma di resistenza e di ritenzione. Per tutte le preparazioni di corone parziali ciò significa che è da auspicare una forma a box possibilmente definita esattamente con pareti approssimativamente parallele. Nelle corone integrali cementate convenzionalmente è necessaria una sufficiente altezza del moncone di 3.0–4.0 mm, che nella maggior parte dei casi si ottiene soltanto con l'ausilio di ricostruzioni e di un bordo subgingivale della preparazione. Rispetto a monconi corti, si possono ottenere più facilmente sottosquadri. L'angolo di convergenza nei restauri cementati convenzionalmente dovrebbe essere di 6–10 gradi [95]. Nelle preparazioni adesive invece, a causa del fissaggio micro-ritentivo, deve essere minimamente considerata la macro-ritenzione. Nei premolari e molari, nella maggior parte dei casi, non sono necessarie

otturazioni ricostruttive, i restauri possono essere cementati direttamente con adesione smalto-dentinale [9]. Requisiti ovi per la ceramica integrale – sia per la cementazione adesiva che per quella convenzionale - sono passaggi ed angoli interni arrotondati ed un bordo della preparazione chiaro. Ciò è realizzabile in maniera relativamente semplice con un po' di esercizio. Nella cementazione il grado di difficoltà si comporta al contrario (vedi pag. 33).

Indipendentemente dalla cementazione, per le corone in ceramica integrale sono indicati strumenti a forma cilindrica per il molaggio, strumenti con angoli arrotondati oppure strumenti con minima conicità (p.es. ISO 168 oppure 198) (figg. 1-6). In alternativa oppure a completamento per gli inlays in ceramica integrale e corone parziali sono a disposizione particolari strumenti conservativi p.es. con impulso ad ultrasuoni (fig. 7). Le preparazioni dovrebbero essere rifinite con strumenti diamantati per finitura (molto fini) oppure con frese a pietra.

La ceramica integrale è conservativa

La ceramica integrale fissa finora è stata considerata come una metodica di trattamento particolarmente invasiva. Questo giudizio non risulta più essere del tutto corretto. In primo luogo le corone parziali e faccette adesive, in seguito alle possibilità di preparazione orientate al difetto, sono addirittura chiaramente più conservative per la sostanza dentale rispetto a corone in metallo-ceramica (fig. 8).

Fig. 1: preparazione a Chamfer per una corona anteriore in ceramica integrale con strumento diamantato cilindrico

Fig. 2: la smussatura del terzo coronale incisale è necessaria per un rivestimento estetico

Fig. 3: la mascherina in silicone realizzata prima della preparazione mostra la presenza di spazio ed il corretto dimensionamento del moncone coronale

Fig. 4: il controllo della preparazione con la mascherina in silicone segmentata mostra la corretta rimozione vestibolare di sostanza dentale (cementazione convenzionale del caso, vedi pag. 34)

Fig. 5: preparazione del moncone per una corona anteriore in ceramica integrale con strumento diamantato cilindrico

Fig. 6: per l'abbassamento della spalla con filo ritentivo inserito, è particolarmente indicato un cilindro diamantato soltanto nella parte frontale (cementazione adesiva del caso, vedi pag. 34)

Fig. 7: in corone parziali ed inlays in ceramica integrale la preparazione a box è ottimale con impulsi diamantati ad ultrasuoni da un lato

Fig. 8: le preparazioni continue per una corona anteriore (sinistra) ed una faccetta (destra) mostrano la notevole differenza di asportazione di materiale. La preparazione della corona è avvenuta con delimitazione nella dentina, quella della faccetta con delimitazione nello smalto

Nella ceramica integrale gli spessori minimi e di connessione devono essere rispettati esattamente. In zona cervicale nella maggior parte dei casi vale un valore di 1,0 mm, nella circonferenza ed in zona oclusale da 1,0 a 1,5 ed in zona cuspidale ed incisale 2,0 mm. Secondo la posizione del dente e del materiale sono possibili sia preparazioni a Chamfer oppure anche spalle con angoli interni arrotondati.

I nuovi materiali ceramici consentono minori spessori degli strati rispetto al passato. In tal modo le cappette di corone in ossido di zirconio possono essere realizzate con soltanto 0,3 fino 0,5 mm di spessore. Anche con le nuove vetroceramiche è possibile realizzare restauri relativamente sottili. Le cappette di corone p.es. nelle nuove pressoceramiche con maggiore resistenza, dovrebbero presentare spessori di soli 0,6 mm, rispetto ai 0,8 mm delle pressoceramiche precedenti. Adeguatamente deve essere rimossa meno sostanza dentale che in precedenza.

È obbligatoria una delimitazione dello smalto?

La ceramica integrale adesiva è una delle discipline più delicate in odontoiatria. Il dente ed il restauro orientato al difetto, nel caso ideale, formano un'unità meccanica, la conduzione della luce nella sostanza dentale viene supportata in modo ottimale dalla corretta tecnica. Sebbene nella maggior parte dei casi si richieda un bordo limitato allo smalto, sono di successo anche restauri limitati alla dentina [97, 64]. La preparazione per la ceramica integrale con cementazione adesiva può avvenire armonica rispetto a quella convenzionale. Bordi e passaggi acuti sono da evitare in ogni caso, in modo tale che anche nella cementazione adesiva siano sensate forme di preparazione semplici.

Corone e ponti in ceramica integrale possono essere cementati anche convenzionalmente, in presenza di una sufficiente resistenza alla frattura e tenacia, p.es. con cementi vetroionomerici. In questo caso sono da osservare le caratteristiche sopra discusse, quali altezza del moncone, angolo di convergenza e forma ritentiva. Per ottenere una sufficiente ritenzione, in caso di altezza ridotta del moncone può essere necessaria una cementazione adesiva – questo vale anche per restauri in ossido di zirconio.

Connettori, meglio alti che larghi

Nei ponti in ceramica integrale l'altezza del pilastro deve essere valutata correttamente, affinché il connettore abbia una sezione possibilmente vantaggiosa. L'altezza è più importante della larghezza. Si prediligono p.es. connettori con quattro millimetri di altezza e due millimetri di larghezza, rispetto a connettori tre per tre mm. La stabilità aumenta con la terza potenza dell'altezza del connettore [24]. Per motivi di stabilità, le strutture in ossido di zirconio rappresentano la prima scelta nelle zone con sollecitazione oclusale.

Per ottenere buoni risultati nei restauri CAD/CAM, è da eseguire una preparazione molto accurata. Poiché, secondo il sistema, per lo scanner sono difficilmente o totalmente irrilevabili, sono da evitare Chamfer a forma di fossa nel bordo di preparazione, zone con sottosquadro e preparazioni tangenziali.

Conclusione

La preparazione è così molteplice come il campo di indicazione della ceramica integrale. Tuttavia valgono alcune regole importanti: oltre ai passaggi arrotondati e ad un bordo di preparazione ben definito, un mantenimento possibilmente conservativo della sostanza dentale, che è ottenibile al meglio grazie ad una cementazione adesiva. Diversamente dalla cementazione, preparazioni adesive per la ceramica integrale possono essere più semplici rispetto a preparazione ritentive convenzionali. In presenza di sufficiente resistenza del sistema di materiale scelto, l'operatore ha la libera scelta.



Dr. Dr. Andreas Rathke

Adesiva o convenzionale? Cementazione di restauri in ceramica integrale in trasformazione

La cementazione di restauri in ceramica integrale incute rispetto a molti odontoiatri. Ciò è dovuto alla tecnica adesiva complicata ed all'isolamento del campo operativo dispendioso. Tuttavia nuovi sistemi di cementazione adesiva hanno semplificato il tutto. Inoltre è possibile una cementazione convenzionale con molte ceramiche.

Per prevenire: la corretta cementazione di ceramica integrale richiede quanto mai una solida conoscenza ed una tecnica accurata. Ciò tuttavia distoglie sempre meno odontoiatri dall'offrire ceramica integrale nel loro studio. Il motivo è da ricercarsi in primo luogo nello sviluppo di ceramiche con maggiore resistenza alla frattura e tenacità, in secondo luogo lo spettro d'indicazione in costante crescita. Pertanto non si può più ignorare la ceramica integrale nell'odontoiatria estetica, che viene impiegata sempre più come alternativa alla metallo-ceramica.

La tecnica convenzionale fa tendenza

La tendenza alla ceramica integrale è supportata dal fatto che molti materiali innovativi, grazie alla loro sollecitabilità meccanica, consentono una cementazione convenzionale. Oltre all'ossido di alluminio ed all'ossido di zirconio, ciò risulta vero anche su alcune vetroceramiche per la tecnica di pressatura e fressaggio – almeno per corone integrali e ponti nell'arcata anteriore. I presupposti secondo Kappert (60) sono una resistenza alla flessione da 400 MPa ed una metodica operativa idonea da parte dell'odontoiatra e dell'odontotecnico. In tal modo le caratteristiche meccaniche del materiale vengono supportate da una preparazione ritentiva e da un sufficiente spessore del materiale.

Studi clinici hanno dimostrato che p.es. corone integrali cementate convenzionalmente, realizzate con strutture in vetroceramica pressata, possono presentare una possibilità di sopravvivenza similmente alta a quella di corone cementate adesivamente [24]. Restauri in ceramica cementati adesivamente con compositi presentano un'ottima qualità marginale in vitro [99]. Le caratteristiche di resistenza alla frattura e trazione, come nella cementazione convenzionale, vengono influenzate dalla sollecitazione meccanica, dal cambio di temperatura e dall'umidità [33]. I cementi vetroionomerici p.es. si sono affermati per la cementazione convenzionale (figg. 1–3). Poiché la tenuta si raggiunge soltanto grazie ad un'aumentata frizione delle superfici di delimitazione coinvolte, è indispensabile una preparazione ritentiva.



Fig. 1: cementazione convenzionale: detersione del moncone del dente

Fig. 2: cementazione della corona con un cemento vetroionomerico trasparente (Vivaglass CEM, Ivoclar Vivadent). Eccedenze sono facilmente rimovibili

Fig. 3: la corona in ossido di zirconio rivestita con IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent) armonizza perfettamente con i denti contigui (preparazione del caso a pag. 32)



Fig. 4:
cementazione adesiva: mordenzatura con acido fluoridrico

Fig. 5:
applicazione del sistema adesivo plurifase classico Syntac (Ivoclar Vivadent)

Fig. 6:
cementazione della corona con Variolink II. Per evitare un'inibizione di ossigeno, prima della fotopolimerizzazione viene applicato un gel di glicerina

Fig. 7:
fluorescenza di diversi compositi da fissaggio: è ottenibile una fluorescenza corrispondente al dente naturale soltanto quando la ceramica ed il composito offrono specifiche possibilità (a destra nell'immagine: Variolink II della Ivoclar Vivadent, entrambi i materiali comparativi a sinistra presentano soltanto una minima o assenza di fluorescenza) (immagine: PD Dr. Daniel Edelhoff, Università Aachen)

Fig. 8:
la corona Cerec in vetroceramica fresata cementata adesivamente (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) rivestita con IPS e.max Ceram (preparazione del caso a pag. 32)

Fig. 9:
cementazione adesiva semplificata: per il legame adesivo con l'ossido di zirconio viene applicato un primer a fosfonato modificato (Metal/Zirconia Primer, Ivoclar Vivadent)

Fig. 10:
riempimento del composito da fissaggio autoindurente Multilink (Ivoclar Vivadent)

Fig. 11:
le eccedenze di composito nella fase gel sono facilmente rimovibili. La corona in ossido di zirconio è stata sovrappressata e pitturata con vetroceramica (IPS e.max ZirPress, Ivoclar Vivadent)

Cementazione adesiva – non soltanto per puristi

L'ancoraggio adesivo smalteo e dentinale ha il vantaggio che – almeno all'inizio – si ottiene un'unità accoppiata dinamicamente fra sostanza dentale e restauro. In questa procedura è necessario, o almeno molto consigliato, l'uso della diga. Principalmente per inlays e corone parziali estese oppure in caso di assenza di delimitazione dello smalto, si consigliano come sempre compositi in combinazione con i classici sistemi adesivi plurifasi e la tecnica di mordenzatura (figg. 4-8). Lo standard, rispetto alla metodica consigliata precedentemente, è il pretrattamento della dentina con adesivo dentinale, che assicura il legame adesivo, evitando una sensibilità postoperatoria.

La domanda, se l'adesivo debba essere polimerizzato prima della cementazione del restauro, viene valutata diversamente. Mentre da un lato si diffida da una possibile imprecisione rispettivamente rialzo occlusale, molti operatori hanno avuto buone esperienze con bonding polimerizzati. Il presupposto è uno strato uniforme del materiale senza formazione di accumuli. Eccedenze di materiale dovrebbero essere rimosse assolutamente prima della polimerizzazione [43]. Una buona precisione del restauro è inoltre una condizione per il successo del risultato.

Il restauro dovrebbe essere mordenzato, sabbato con biossido di alluminio o silanizzato prima della cementazione? Dipende dal materiale. Le vetroceramiche vengono mordenzate con acido fluoridrico e silanizzate. Per gli ossidi di zirconio, sia la mordenzatura che la silanizzazione è insensata, la sabbatura semmai dovrebbe essere eseguita con minima pressione. Di norma l'ossido di zirconio può essere cementato con composito oppure p.es. convenzionalmente con cementi vetroionomerici.

Esiste la terza possibilità?

Oltre ai compositi da fissaggio con metodiche complesse e cementi, esistono anche nuove metodiche di materiale su base composita, in cui l'impiego è più facilitato. Rispetto ai classici adesivi trifasi, vengono impiegati p.es. adesivi automordenzanti. Se quest'ultimi e l'idoneo composito sono autoindurenti, si può risparmiare molto tempo (figg. 9-11). La prognosi a lungo termine del legame con questi materiali, sulla base della letteratura esistente, risulta minore rispetto a sistemi di adesivi trifasi [43]. Tuttavia in casi più semplici ed in caso di minori requisiti estetici, ci si può aspettare un buon risultato. Ciò vale p.es. per corone e ponti in ossido di zirconio nei settori latero-posteriori.

Per quanto riguarda i compositi autoadesivi, che non richiedono un impiego separato dell'adesivo, non ci sono ancora risultati clinici a lungo termine. I primi studi promettono però un buon potenziale clinico.

Conclusione

La cementazione di ceramica integrale è una piccola scienza. Mentre per gli inlays, corone parziali e faccette come sempre viene impiegata la metodica adesiva, corone e ponti in ceramica con aumentata resistenza consentono anche una cementazione convenzionale. Se con l'ausilio della preparazione o con ricostruzioni non si raggiunge una sufficiente ritenzione, rimane soltanto la cementazione adesiva con composito. A tale scopo, oltre ai sistemi classici plurifase, sono a disposizione sistemi automordenzanti semplificati.

Affidabilità clinica ed esperienza di ceramica integrale

Ceramica integrale – alternativa completa alle leghe?

Patrik Oehri



La ceramica integrale in odontoiatria negli ultimi 15 anni si è affermata clinicamente, principalmente nei trattamenti di restauri singoli. Con l'introduzione di sistemi CAD/CAM sempre più efficienti e dell'ossido di zirconio come materiale per strutture altamente resistente, il potenziale futuro viene stimato molto anche per trattamenti di ponti.

Non è semplice stimare individualmente, per quanto tempo un restauro rimanga in bocca al paziente, poiché dipende da fattori specifici al paziente, alla lavorazione ed al trattamento. Però proprio questa è la domanda che interessa al paziente ed all'operatore [95]. Poiché nessun modello in vitro è in grado simulare la complessa situazione clinica, gli studi clinici devono fornire la prova dell'utilità e del successo di una metodica di restauro. Esistono molti studi anche per i sistemi di ceramica integrale, che si occupano della domanda „qual'è la durata di vita di un restauro“. Purtroppo mancano parzialmente i criteri che si basano sull'evidenza, come caratteristiche qualitative per insuccessi e quote di sopravvivenza e nella maggior parte dei casi negli studi non vengono impiegati gruppi di controllo. Dai recenti studi (in parte pubblicati solo come abstract) ed articoli si trovano i seguenti dati inerenti alla longevità di restauri in ceramica integrale.

Inlays/onlays/faccette

La maggior parte delle pubblicazioni sono inerenti ai sistemi IPS Empress e CEREC (Vita Mark I/II). Si tratta, da un lato, di una vetroceramica rinforzata da leucite e dall'altro di una ceramica feldspatica priva di leucite. Sono pubblicati dati clinici fino a 12 anni. Per l'IPS Empress classico i dati più lunghi riguardano una quota di sopravvivenza del 91–96 % dopo 7–12 anni (39,64). Con la loro panoramica Manhart/Hickel (73) arrivano ad una quota di errori annua del 1.9 % per inlays in ceramica e del 1.7 % per CAD/CAM inlays, rispetto agli inlays in oro dell'1.4 %.

Un motivo per il buon risultato dei restauri in ceramica è fra l'altro anche l'introduzione della cementazione adesiva sulla sostanza dentale dura [72]. Questo legame adesivo sembra essere decisivo per la sufficiente stabilità.

Dai risultati ottenuti si può concludere che inlays/onlays e faccette in ceramica integrale (p.es. IPS Empress) cementati adesivamente, si sono affermati nella prassi quotidiana.

Corone

Anche per le corone, oggi sono a disposizione diversi sistemi di ceramica integrale. Oltre alle classiche vetroceramiche, vengono impiegati anche altri sistemi di materiali chiaramente più resistenti:

- Vetroceramica a base di disilicato di litio: IPS Empress 2, IPS e.max CAD, IPS e.max Press
- Ossido di alluminio: Procera, In-Ceram Alumina
- Ossido di zirconio: Cercon Base, Lava Frame, DC-Zirkon, YZ-Cube, IPS e.max ZirCAD

Ma proprio per le ceramiche classiche come IPS Empress e Vita Mark II sono a disposizione sufficienti dati clinici per corone cementate adesivamente [9, 25, 41, 111]. Così per Vita Mark II dopo 5 anni la quota di sopravvivenza è del 97 % per premolari e del 94.6 % nei molari (9). La quota di sopravvivenza delle corone IPS Empress dopo 11 anni era del 95 % (41). Vale però il fatto che le quote di sopravvivenza nei settori latero-posteriori sono minori rispetto a quelle nei denti anteriori (vedi grafico 1). Ciò significa che nei settori latero-posteriori le quote di sopravvivenza dopo 5 anni sono ancora superiori del 90 %, tuttavia dopo 7–11 anni sono inferiori al 90 % [41, 111].

Per le ceramiche a base di disilicato di litio e a base di ossido di alluminio (p.es. IPS Empress 2, IPS e.max Press, In-Ceram e Procera) esistono dati clinici superiori ai 4 anni ed oltre [26, 24, 35, 92, 125], che nella maggior parte dei casi dimostrano che questi prodotti sono indicati per corone. Grazie alla maggiore resistenza, rispetto alle vetroceramiche classiche, non è necessaria una cementazione

adesiva (rispettivamente non possibile parzialmente come di consueto, poiché la ceramica non può essere mordenzata, tuttavia p.es. con Panavia) e possono inoltre essere impiegate metodiche di cementazione convenzionali. Anche i dati clinici ancora relativamente esigui sull'ossido di zirconio rivestito, nei primi anni presentano dati molto positivi e praticamente nessuna frattura dell'ossido di zirconio stesso.

Anche se l'esperienza clinica per corone in ceramica integrale principalmente per i nuovi sistemi di materiali non è ancora del tutto a lungo termine, esistono nel frattempo alcuni sistemi (p.es. Empress), che si sono affermati nella prassi quotidiana negli ultimi 10–15 anni.

Ponti in disilicato di litio, ossido di alluminio ed ossido di zirconio

Globalmente esiste soltanto poca letteratura clinica sui ponti in ceramica integrale. I dati clinici più lunghi sono descritti per In-Ceram (ossido di alluminio) [83]. Le citazioni degli studi su In-Ceram (ossido di alluminio) non sono chiare e vi è una netta differenza fra gli studi su ponti a tre elementi anteriori e latero-posteriori. La quota di fratture nei settori latero-posteriori è troppo elevata, per citarla come indicazione consigliata. Per quanto riguarda il disilicato di litio (IPS Empress 2, IPS e.max Press) esistono dati clinici fino a 4 anni [10, 26, 24, 34, 125]. Anche in questo caso vale che i ponti a tre elementi sono possibili soltanto in zona anteriore, rispettando attentamente le indicazioni del produttore (principalmente per gli spessori di connessione).

Il potenziale maggiore per le indicazioni di ponti viene visto nell'ossido di zirconio. In seguito alla sua eccezionale resistenza, si presume che con questo materiale siano realizzabili ponti di addirittura 4 o 5 elementi nei settori latero-posteriori [83]. Purtroppo sono a disposizione dati clinici pubblicati su ponti in ossido di zirconio con una permanenza in cavo orale di soli 3-4 anni [12, 92, 101, 115, 122] – vedi tabella 1. Da relazioni e pubblicazioni è noto che proprio presso Istituti Superiori in Germania ed in Svizzera sono in attuazione alcuni studi clinici con ossido di zirconio. Sono previste pubblicazioni di risultati a 5 anni, che speriamo possano dimostrare il vero potenziale di questo materiale.

Nelle ceramiche resistenti rispettivamente altamente resistenti è da annotare inoltre che spesso il punto debole non è la struttura, bensì il materiale da rivestimento. La resistenza alla flessione delle ceramiche da rivestimento è fra 70 e 120 MPa, mentre le ceramiche da strut-

tura si trovano fra 300 e 1000 MPa. Negli studi clinici vengono più volte riportati distacchi nella ceramica da rivestimento „debole“ piuttosto di fratture nella struttura „forte“ (vedi tabella 1). Questi distacchi possono essere così accentuati, da rendere necessario l'intero rifacimento del restauro. Questo problema può essere evitato, grazie ad una conformazione della struttura con supporto cuspidale con una ceramica resistente. Nel sistema IPS Empress (IPS e.max Press) la conformazione della struttura avviene da parte dell'odontotecnico, a sfavore purtroppo non tutti i sistemi CAD/CAM sono in grado di eseguire una conformazione della struttura sufficientemente supportata in zona cuspidale.

Nel complesso il numero di dati per ponti in ceramica integrale è ancora molto esiguo, principalmente per quanto riguarda l'esperienza clinica a lungo termine di 5 anni ed oltre. I dati e le resistenze a disposizione per le ceramiche a base di disilicato di litio o a base di ossido di alluminio limitano l'indicazione su ponti a tre elementi in zona anteriore. Per l'ossido di zirconio altamente resistente come materiale da strutture, vi è potenziale anche da ricoprire un campo d'indicazione di un ponte a quattro rispettivamente cinque elementi in zona latero-posteriore. Queste citazioni valgono fino a max. 4 anni di permanenza in cavo orale. Per un consiglio definitivo mancano ancora dati per un comportamento a lungo termine in cavo orale.

Ceramica integrale oppure metallo-ceramica

Per il trattamento di ponti e corone, la metallo-ceramica rappresenta sempre ancora lo standard su cui ci si misura. L'esperienza clinica con questo sistema riguarda più decenni e le quote di sopravvivenza dopo 5–10 anni si trovano 85–95% [11, 24, 34, 113]. Ciò significa che la metallo-ceramica rappresenta clinicamente un'eccezionale combinazione di materiali. Ciò nonostante è presente una chiara tendenza verso la ceramica integrale. I motivi principali per la ceramica integrale sono:

- il vantaggio estetico
- metal-free in bocca rispettivamente fama di un'eccezionale biocompatibilità

Considerato obiettivamente, entrambi i motivi non sono molto convincenti. Poiché anche con gli attuali sistemi metallo-ceramici (p.es. IPS d.SIGN) è possibile realizzare lavori altamente estetici e incompatibilità al metallo su leghe dentali sono molto rare. Tuttavia è da aspettarsi, che la tendenza sia in crescita e ne deriva la domanda, se la ceramica integrale sia una vera alternativa per la metallo-ceramica.

Esistono pochi test comparativi clinici diretti fra la ceramica integrale e la metallo-ceramica e se sono a disposizione, riguardano soltanto le corone (11, 35). In una panoramica (48) è stata dimostrata una minore quantità di complicazioni nelle corone in ceramica integrale (8%) rispetto a corone in metallo-ceramica (11%). In un'analisi assicurativa nel Michigan (1) di 1.9 milioni di unità fra il 1990-2002, la quota di sopravvivenza di corone a 10 anni per la metallo-ceramica era del 95 % e per la ceramica integrale del 90 %. Sulla base dei dati clinici sopraccitati inerenti alla ceramica integrale si può presumere che oggi con alcuni sistemi (come p.es. IPS Empress) in trattamenti di denti singoli possono essere raggiunte buone quote di sopravvivenza come per la metallo-ceramica, e che la ceramica integrale rappresenta una vera alternativa.

Nei trattamenti di ponte questa citazione non è possibile, poiché nella ceramica integrale l'esperienza clinica a lungo termine non è ancora sufficiente. Sembra almeno che l'ossido di zirconio abbia a medio termine il potenziale di rappresentare una vera alternativa alla struttura metallica (fino a ponti di 4-5 elementi).

Consiglio per odontoiatri ed odontotecnici

L'odontoiatra e l'odontotecnico hanno a disposizione sistemi di ceramica integrale, indicati anche per ponti a più elementi, ossia alternative alle leghe per fusione. Cosa è da considerare nell'impiego della ceramica integrale, principalmente nei settori latero-posteriori:

- rispettare i fattori specifici al paziente, quali rischio di carie e parodontite, nonché bruxismo
- rispettare i fattori inerenti alla lavorazione ed al trattamento, quali preparazione (p.es. sufficiente ritenzione), scelta fra cementazione convenzionale ed adesiva, occlusione equilibrata e presa dell'impronta precisa
- impiego di sistemi di ceramica integrale, che si sono affermati e dispongono di pubblicazione di dati clinici con un'elevata quota di sopravvivenza (>90-95 %).

Soltanto quando si riconoscono i rischi e vi è la giusta combinazione fra paziente, trattamento e lavorazione (odontoiatra/odontotecnico) e scelta del materiale, possono essere realizzati restauri più estesi in ceramica integrale nei settori latero-posteriori, che presentano una longevità pluriennale. In caso di elevati rischi, dovrebbero essere realizzati trattamenti standard meno dispendiosi.

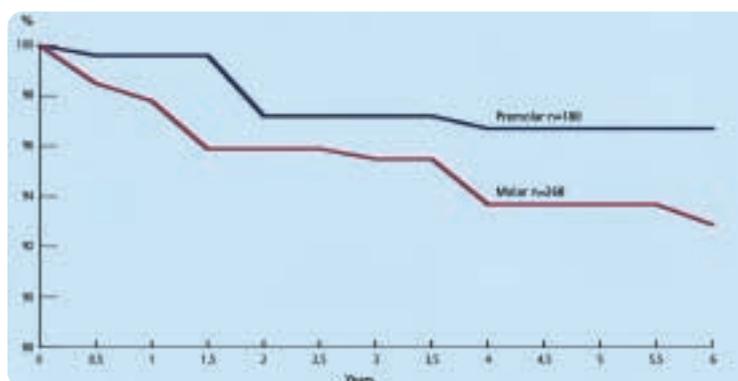


Grafico 1: corone in Empress I: quota di sopravvivenza da più studi

Università	Sistema	Numero	Tempo di osservazione medio	Frattura struttura	Distacco rivestimento
Tinschert, Acquisgrana (25)	DCS	65 ponti	37-38 mesi	Nessuna	4, Vita D
Sailer, Zurigo (22)	Cercon	58 ponti	42 mesi	Nessuna	5, ceramica sperim.
Bornemann, Göttingen (5)	Cercon	46 ponti 27 ponti	26 mesi 20 mesi	Nessuna	2, ceramica sperim. 0, Cercon Ceram S
Weigl, Francoforte (27)	Diversi	38 ponti 71 corone	26 mesi	1 struttura di ponte	3, IPS e.max Ceram
Pospiech, Homburg (20)	LAVA	35 ponti	36 mesi	Nessuna	1 LAVA Ceram

Tabella 1: studi clinici con strutture in ossido di zirconio

Rifinitura e revisione di restauri in ceramica integrale (riparazione e realizzazione) soprattutto di ossido di zirconio nello studio dentistico

Prof. Dr. Jean-François Roulet



Hans-Peter Foser



Come già descritto dettagliatamente nei precedenti capitoli, i moderni sistemi di ceramica hanno eccezionali caratteristiche fisiche e meccaniche, che predestinano chiaramente il materiale per un impiego in cavo orale. In questa parte gli autori descrivono le possibilità di riparazione di restauri in ceramica integrale difettosi.

Esiste una caratteristica negativa della ceramica, che crea sempre problemi al clinico: la fragilità del materiale. La conseguenza sono fratture nell'impiego clinico, soprattutto, se durante la realizzazione di ponti e corone non si presta la debita attenzione. In questo caso si devono distinguere principalmente due tipi di fratture:

1. Incrinature che portano ad una rottura del restauro, ossia nelle corone si tratta di fratture in cui rimane esposto il moncone e nei ponti di regola si tratta di fratture nelle zone di connessione, che portano ad un'interruzione della continuità nel restauro.
2. Fratture intese come frammenti di parti di restauro, senza mettere in dubbio primariamente la loro funzione.

Mentre le prime fratture portano principalmente ad una sostituzione del restauro, per quest'ultime vi è almeno la possibilità di riparazione, mantenendo il restauro originario. Se il restauro non era stato cementato adesivamente (cementazione convenzionale) – e soltanto allora – di norma vi è la possibilità di rimuovere il lavoro in toto, con l'obiettivo di una riparazione nel laboratorio odontotecnico. Questa opzione è connessa a molti rischi. Con una rimozione violenta sussiste la possibilità reale di creare ulteriori danni. Inoltre l'operatore spesso non sa, com'era cementato il restauro. L'opzione sicura è la riparazione in situ con materiali compositi e tecnica adesiva. Questo articolo tratta principalmente le possibilità ed i limiti di questi tipi di riparazioni, nonché le possibilità dell'odontotecnico di modificare successivamente lavori di ponti e corone, prima della cementazione definitiva.

Fratture di restauri vengono valutate dal paziente come insuccessi e per il clinico sono spiacevoli. Pertanto vale la pena dare un'occhiata alla bibliografia, per rendersi conto dell'entità del problema. Poiché non è da molto tempo che si eseguono trattamenti estesi in ceramica integrale, i dati inerenti a disposizione sono relativamente rari. Si trova però qualcosa su restauri in metallo-ceramica e su faccette.

Dopo 10 anni di impiego si rileva per i lavori in metallo-ceramica il 2,4% di fratture nella ceramica (distacchi) [17]. Il motivo consisteva principalmente nel bruxismo e/o nella non corretta creazione della struttura metallica (da 41 a 52). Questi dati sono stati confermati in un'analisi Meta [113] sulla base di oltre migliaia di restauri è stata rilevata una quota di frattura del 3,2 %. PEUMANS et al. [89] relazionano su comportamenti a lungo termine di faccette dopo 10 anni. In questo caso si trattava di ceramica feldspatica, sinterizzata su modelli con massa di rivestimento (Cosmotech, GC). Mentre dopo un recall a 5 anni si è osservato soltanto il 4% di fratture, questo dato dopo 10 anni era del 34%. Tuttavia è da osservare che soltanto l'11 % è stato classificato come clinicamente inaccettabile. Di questi 9 casi soltanto 2 hanno portato ad una sostituzione della faccetta, mentre in 7 casi è stata eseguita una riparazione. L'osservazione maggiormente riscontrata riguardava linee di frattura visibili (21%) senza ulteriori conseguenze. In uno studio retrospettivo di FRADEANI et al. [39] sono state testate 182 faccette (prevalentemente IPS Empress, Ivoclar Vivadent) in un periodo di 6–12 anni. Sono state osservate 5 fratture, di cui in due sono state sostituite le faccette, mentre tre faccette sono state ricementate rispettivamente riparate. In uno studio clinico a lungo termine FRADEANI e REDEMAGNI [41] relazionano su 170 corone in IPS Empress, di cui dopo max. 11 anni 125 erano rimaste a disposizione per la valutazione. In totale sono stati riscontrati 6 insuccessi, che secondo Kaplan-Meier corrisponde ad una quota di sopravvivenza del 95,2%. Di questi 6 insuccessi, 4 erano da riportare a fratture di corone. Non sono state riscontrate fratture parziali.

Le cause di fratture sono molteplici [86]:

1. Aumento di propagazione di incrinature in seguito ad affaticamento. In questo caso è importante sapere, che errori nella ceramica possono diventare iniziatori di incrinature. In particolar modo una rifinitura traumatica della ceramica (anche molaggio) può portare a incrinature iniziali. Una tecnica adesiva difettosa durante la cementazione di ceramiche a base vetrosa può essere il fattore che origina fratture.
2. Cause meccaniche come sovraccarico (trauma occlusale in seguito a insufficiente conformazione occlusale) oppure minimi spessori di materiale.
3. Conformazione difettosa della base in ceramica altamente resistente
4. Traumi in seguito ad incidenti.

Prevenire è meglio di curare. Pertanto l'odontotecnico e l'odontoiatra dovrebbero provvedere al raggiungimento di un'elevata qualità del processo e del risultato.

„Riparazioni“ nel laboratorio odontotecnico prima della cementazione e possibilità di riparazioni extraorali

Oltre all'adattamento estetico, anatomico e funzionale all'ambiente orale, nella messa in prova c'è il tempo necessario per apportare correzioni finali. Ne fa parte in primo luogo il molaggio del rilievo occlusale nonché l'„ajustement“ dei cosiddetti punti di contatto verso il dente contiguo e l'antagonista. Nelle costruzioni di ponte, per motivi estetici ed igienici, è da tener conto della zona del Pontic, particolarmente il suo appoggio gengivale. Nella misura in cui siano necessarie vincolatamente correzioni marginali, nei lavori metallo-ceramici questo vale già come „riparazione giovane“, in cui in un certo senso attraverso la saldatura oppure il laser avviene un allungamento del bordo metallico. Mentre nella ceramica integrale questo rappresenta lo standard, facilmente realizzabile attraverso un „ribasamento ceramico“ con massa Margin oppure considerando le cosiddette ceramiche „Add-on“, come vengono offerte dai più noti produttori di ceramica.

In caso di problemi di adattamento nel campo d'indicazione del ponte, nel caso normale questo ha come conseguenza il rifacimento del restauro. Moderni tentativi mediante „saldatura a vetro“ dopo la separazione ed il fissaggio in situ riportano successi. Tuttavia non sono ancora a disposizione risultati a lungo termine.

Le incrinature e scheggiature della ceramica possono avere molteplici cause. Nella maggior parte dei casi sono da imputare a deficit proporzionali nel design della struttura,

in cui le strutture sono state costruite con insufficiente supporto anatomico per la ceramica da successiva stratificazione. In questo caso si verificano tensioni indesiderate nel restauro, che possono terminare inizialmente con un'incrinatura oppure con conseguenze tardive. Un distacco successivo (Chipping) in bocca è la conseguenza logica, che in seguito porta alla vera e propria riparazione. Per motivi di sicurezza la struttura dovrebbe essere ripianificata e realizzata nuovamente.

L'incompatibilità termica è un ulteriore capitolo, che può portare ad incrinature. Nei moderni forni per cottura si può prevenire questa problematica con il cosiddetto raffreddamento lungo, normale e lento. Avviene un processo termico di guarigione, in cui la ceramica, attraverso una cottura finale, viene risinterizzata, per raggiungere miratamente la zona di stress dallo stato plastico allo stato solido.

Sono da ritenere particolarmente critiche le riparazioni di incrinature in restauri già cementati. Questo può essere il caso dopo una permanenza provvisoria oppure in caso di prelievo condizionato dall'ambiente orale. Anche la decementazione ne fa parte. Questi tipi di riparazioni nella maggior parte dei casi sono sottoposti ad estrema tensione, sia da aspetti funzionali che chimici nell'ambiente orale. In questo caso è innanzitutto necessaria un'accurata detersione: rimozione di tutte le contaminazioni organiche (placca, pellicola ed eventualmente residui alimentari) e rimozione accurata del materiale da cementazione mediante attenta sabbiatura, per evitare una degassificazione (formazione di porosità) durante il trattamento termico successivo. Ne deve conseguire assolutamente un processo termico di stabilizzazione per una riduzione di tensione del restauro, prima che avvenga la riparazione effettiva in forma di applicazione additiva della ceramica con successivo ciclo di cottura. È da osservare che il numero di cotture rimanga basso, affinché la ceramica „precotta“ non vetrifichi e non „perda la sua forma“.

Un'alternativa alla riparazione successiva della ceramica è la correzione additiva con resina. A tale scopo sono idonei i materiali C&B convenzionali come SR Ivocron oppure i materiali fotoindurenti come SR Adoro. Un'ulteriore possibilità è l'impiego del Ceramic Repair Set della Vivadent, sulla base del Tetric e che contiene tutte le componenti dal bonding al silano, opaco, fino alla dentina e agli smalti (fig. 1).



Fig. 1:
Ceramic Repair Set, con cui l'odontotecnico in laboratorio può eliminare in modo duraturo fratture nella ceramica (Chipping)

In caso di distacchi più estesi della ceramica in costruzioni di ponti, vi è la seguente alternativa: l'odontoiatra prepara una corona parziale rispettivamente una faccetta in regio della zona fratturata in forma di un guscio in ceramica. In tal caso si può rinunciare ad una rimozione orale rischiosa. La realizzazione di faccette in ceramica o di ricostruzioni di spigoli nel laboratorio odontotecnico avviene analogamente ai classici sistemi di ceramica integrale, in cui in questo caso la ceramica per pressatura come p.es. IPS Empress offre risultati altamente estetici, per quanto riguarda l'adattamento ed i minimi requisiti di preparazione. Questa faccetta in ceramica viene in seguito cementata dall'odontoiatra mediante tecnica adesiva. In tal senso, in caso di corretta realizzazione, si può scordare il grado di una riparazione „scadente.

Riparazioni da parte dell'odontoiatra dopo l'impiego clinico

Il presupposto assoluto per riparazioni di successo è l'impiego di una perfetta tecnica adesiva e di un materiale composito altamente estetico (p.es. materiali compositi ibridi a particelle fini oppure Tetric EvoCeram). La tecnica adesiva da impiegare si orienta al substrato, ossia secondo il tipo di ceramica che si intende riparare. Il principio di massima è che si debba auspicare un ampliamento della superficie, con l'obiettivo della ritenzione micromeccanica, che si raggiunge con il materiale da riparazione in seguito ad un ottimale umettamento della superficie.

Ceramiche a base vetrosa: di questa categoria fanno parte le seguenti ceramiche [58]:

- Tutte le ceramiche da rivestimento (ceramiche feldspatiche e ceramica a base di fluoro-apatite),
- Ceramiche feldspatiche per impieghi CAD/CAM (p.es. Vita Mk. II, Vita)
- IPS Empress (Ivoclar Vivadent) ed analoghe,
- Ceramiche a base di leucite (p.es. ProCAD, Ivoclar Vivadent)
- Ceramiche a base di disilicato di litio (p.es. IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent)

La metodica più efficiente per ottenere una buona ritenzione duratura, è la mordenzatura con acido fluoridrico (figg. 2 a-d). L'acido fluoridrico è molto tossico, pertanto è indispensabile l'impiego di una diga. Inoltre gli occhi del paziente e dell'operatore devono essere protetti da occhiali. Per l'applicazione esatta, si consigliano gel di acido fluoridrico desaturato in concentrazioni del 5% -9,6% in siringhe d'applicazione (p.es. Ceramic Etching Gel, Ultradent). In seguito alla tossicità, al paziente deve essere spiegato il rischio. La sosti-

tuzione del restauro cela anche rischi. Pertanto è necessario fare insieme al paziente una valutazione dei rischi. A seconda della ceramica e del gel mordenzante, si consigliano tempi di applicazione da 30 a 120 secondi. In seguito sciacquare accuratamente, non solo per rimuovere i resti di gel mordenzante, bensì per eliminare i molti possibili precipitati formati. In seguito asciugare mediante getto d'aria. Poiché le ceramiche sono idrofilie, la superficie viene umidificata rapidamente dall'aria circostante, il che reagisce all'umettamento con resine idrofobe dei sistemi compositi. Pertanto la superficie ceramica deve essere resa idrofoba con silano (p.es. Monobond-S, Ivoclar Vivadent) (fig. 3), il che aumenta notevolmente la sua umettabilità per i sistemi compositi. Il silano forma un legame Si-O-Si con la fase vetrosa della ceramica. Per agire, i silani devono essere sottoposti a idrolisi. Nei silani monocomponenti l'acqua necessaria viene dall'aria circostante. L'acqua proveniente dall'aria circostante, necessaria all'impiego della soluzione in bottiglia, può provocare la formazione di bi-tri-oligomeri di silano, che non sono più efficaci. Un intorbidimento del silano è un chiaro segno per questo processo. In questo caso bisognerebbe gettare via il silano. Nei silani a due componenti (p.es. silano della Hoffmann, Harvard Dental) avviene l'idrolisi in seguito a miscelazione, in tal modo si ha sempre una soluzione fresca, che può essere gettata via immediatamente dopo l'uso.

Di norma anziché eseguire la mordenzatura, sarebbe possibile anche un irruvidimento mediante sabbia al biossido di alluminio (Al_2O_3), ma ne risulta una adesione significativamente minore del materiale da riparazione (100). Una spiegazione a riguardo è da ricercarsi nel fatto che nella sabbia con Al_2O_3 rimangono sempre in superficie particelle di Al_2O_3 . Il silano può reagire inoltre con Al, ma il legame Si-O-Al è più debole del legame Si-O-Si. Inoltre il legame Si-O-Al è notevolmente meno stabile in idrolisi [85]. Per riparazioni eseguite con la metodica CoJet (3M Espe), si è rilevata una quota di sopravvivenza dell'89% dopo quasi 3 anni, in cui la maggior parte degli insuccessi si sono riscontrati fra 1 settimana e 3 mesi. Come motivo degli insuccessi, sono stati indicati i traumi, trauma occlusale e mancato impiego della diga.

Ceramiche all'ossido di alluminio (Inceram, ProCera) non contengono o soltanto una minima parte vetrosa. Pertanto attraverso la mordenzatura con gel all'acido fluoridrico non si ottengono ritenzioni. In questo caso la superficie deve essere irruvidita mediante sabbia al corindone. Per agganciare in modo ottimale questo tipo di superficie con silano, questa deve essere silicatizzata. Questo si ottiene nel

miglior modo con un procedimento tribochimico, in cui si condiziona la superficie con materiale per sabbatura stratificato con silicato. In tal modo non si ottiene soltanto un irruvidimento, bensì anche una stratificazione con SiO₂, che deve essere a disposizione come partner reattivo per il silano. Il primo sistema di questo tipo era ideato per l'impiego in laboratorio (ROCA TEC, 3M-Espe) (51). Nel frattempo esiste anche una versione miniaturizzata per l'impiego clinico, in cui la sabbia viene applicata con un „Microetcher“ (COE-Jet, 3M-ESPE).

Ossido di zirconio (p.es. IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent; LAVA, 3M ESPE; Cercon, Degudent): in seguito alla sua struttura, l'ossido di zirconio è estremamente compatto ed inerte. Non è mordenzabile e la sabbia al corindone ha un minimo effetto. Pertanto è sensato agganciarsi chimicamente all'ossido di zirconio. È particolarmente indicato un acrilato di acido fosforico, che in minima concentrazione viene sciolto nel solvente organico (p.es. Metall-Zirkonia Primer, Ivoclar Vivadent). Con quest'ultimo si ottengono sull'ossido di zirconio valori di adesione di ca. 30 MPa (resistenza al taglio, valore 24 ore), che inoltre sono notevolmente stabile all'idrolisi (dati interni Ivoclar Vivadent).

Oltre al buon legame alla ceramica, per un successo a lungo termine è naturalmente importante la qualità superficiale del composito utilizzato. Si dovrebbe utilizzare un materiale, con il quale possa essere raggiunta una lucentezza a specchio. Tale lucentezza è facilmente raggiungibile con tutti i materiali compositi ibridi a granulosità fine, in cui la grandezza media del riempitivo è intorno ai 0,5 μm (p.es. Artemis, Ivoclar Vivadent, Point 4 Kerr Hawe) oppure con Tetric EvoCeram, che fra l'altro è stato ottimizzato su buone caratteristiche superficiali. Un materiale composito che presenta uno spiccato effetto camaleontico (Tetric EvoCeram), semplifica notevolmente il lavoro dell'odontoiatra, rispettivamente consente un risultato altamente soddisfacente. Per ottenere una buona integrazione della superficie della riparazione, è necessario creare prima una superficie liscia, mediante gommini per lucidatura (p.es. Astropol, Ivoclar Vivadent) e dischi stratificati con ossido di alluminio (p.es. Soflex, 3M ESPE). Quindi, mediante strumenti diamantati, creare strutture di superficie mirate, che corrispondono all'ambiente circostante. La lucidatura finale avviene quindi con spazzolini abrasivi per lucidatura (Astrobrush, Ivoclar Vivadent) (fig. 4).

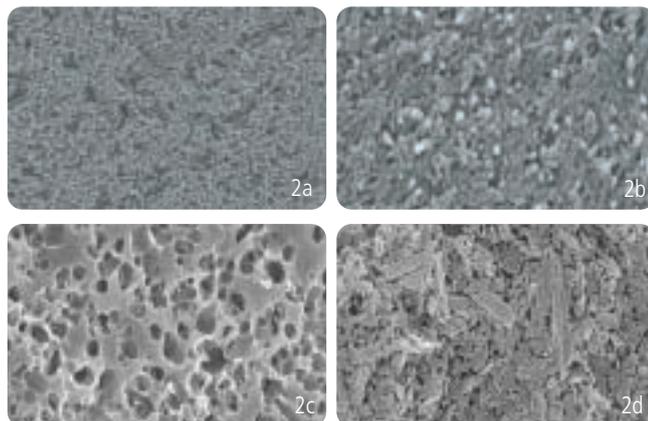


Fig. 2: mediante mordenzatura con HF (acido fluoridrico) nelle ceramiche a base vetrosa si possono raggiungere buoni campioni di mordenzatura per una ritenzione micromeccanica.

Fig. 2a: ceramica da rivestimento estetico (IPS InLine)

Fig. 2b: ceramica da rivestimento estetico (vetroceramica a base di fluoro-apatite p.es. IPS e.max Ceram oppure IPS e.max ZirPress)

Fig. 2c: ceramica a base di leucite (IPS Empress)

Fig. 2d: ceramica a base di disilicato di litio (p.es. Empress 2 oppure IPS e.max CAD)



Fig. 3: silano per l'idrofobizzazione di superfici di ceramiche vetrose (Monobond-S)



Fig. 4: spazzolino abrasivo per la lucidatura a specchio della riparazione (Astrobrush)

Conclusioni

Le fratture di restauri in ceramica integrale sono evitabili per quanto possibile, grazie ad una corretta indicazione e ad un'accurata lavorazione in laboratorio ed in studio. In caso di specifica accessibilità e di funzione inalterata del restauro, oggi con l'ausilio di un'adeguata tecnica adesiva e con materiali compositi, è possibile riparare fratture e difetti.

Lavorazione successiva di restauri in ceramica integrale

Procedura clinica per la riparazione di un rivestimento estetico in ceramica fratturato

Prof. Dr. Jean-François Roulet



Dr. Alexander Stiefenhofer



Gli autori Jean-François Roulet ed Alexander Stiefenhofer si occupano della possibilità di riparazione di restauri in ceramica integrale difettosi, illustrando le singole fasi operative per la riparazione di una faccetta in ceramica fratturata.

Clinicamente si tratta di un ponte a tre elementi in estensione 11-22. Il ponte presenta una struttura in ossido di zirconio, rivestita con ceramica da stratificazione (vetroceramica a base di fluoro-apatite). Nella zona dell'elemento intermedio è avvenuta una scheggiatura in zona mesiale con estensione alla corona del dente 11 ed un'esposizione puntiforme della struttura in ossido di zirconio nella zona dell'elemento intermedio (fig. 1).

Il condizionamento superficiale della ceramica da rivestimento avviene mediante mordenzatura con acido fluoridrico in forma di gel (HF). Per evitare un contatto con l'acido fluoridrico e la mucosa, è necessario impiegare assolutamente una diga. In una costruzione di ponte, fra le perforazioni nella zona dei denti su cui è stata apportata una corona, si ritaglia una linguetta a forma di „u“. In questo modo si può spingere la gomma della diga sotto l'elemento intermedio, ricucendolo con la gomma circostante. In tal modo si ottiene un cavo orale perfettamente isolato (fig. 2).

Il gel di acido fluoridrico (IPS Ceramic gel mordenzante 5%, Ivoclar Vivadent) si applica mediante pennello sulle superfici fratturate e sulle zone marginali verso la ceramica intatta (fig. 3) e lasciato agire per 60 secondi. Dopo questo tempo di azione, il gel viene sciacquato accuratamente con getto d'acqua ed asciugata la superficie. In tal caso la procedura deve essere eseguita molto attentamente, per evitare fuoriuscite di gel di acido fluoridrico. Dopo l'asciugatura la superficie della ceramica vetrosa mordenzata dovrebbe avere un aspetto opaco (fig. 4).

In questo caso il condizionamento della ceramica avviene in due fasi. La struttura in ossido di zirconio esposta in modo puntiforme viene condizionata con acrilato di acido fosforico (Metal/Zirkonia Primer, Ivoclar Vivadent) durante un tempo di azione di 180 secondi (fig. 5).

Il condizionamento della ceramica da rivestimento avviene con un silano (Monobond-S, Ivoclar Vivadent AG) (fig. 6). Dopo un tempo di azione di 60 secondi, il solvente evapora e la superficie ceramica è condizionata per un legame con un materiale composito da rivestimento.

Prima dell'applicazione del materiale composito, applicare uno strato di monomero liquido (Heliobond, Ivoclar Vivadent) (fig. 7) per ottenere un umettamento ottimale della superficie ceramica tramite il composito. Distribuire il bonding applicato mediante getto d'aria e quindi fotopolimerizzato (fig. 8). Il tempo di indurimento è di 20 secondi in una lampada per polimerizzazione LED ad alte prestazioni (bluephase, Ivoclar Vivadent) nella modalità Low-Power (650 W).

La ricostruzione del bordo incisale fratturato in questo caso avviene con il materiale composito Tetric EvoCeram nei colori Transparent e A2. Il nucleo dentinale viene ricostruito in materiale A2 (fig. 9) e fotopolimerizzato (fig. 10). Il tempo di polimerizzazione con l'uso della lampada per l'indurimento a luce LED bluephase (Ivoclar Vivadent) nella modalità High Power (1100 W) è di 20 secondi con uno spessore massimo di 2 mm. Infine si procede con la stratificazione della massa Trasparent, per il completamento della forma della corona fratturata (fig. 11). L'indurimento è analogo a quello del nucleo dentinale.

Per la rifinitura sono indicati strumenti diamantati a granulosità fine nelle diverse forme con una granulometria di 30 µm (fig. 12). Per un'ulteriore lucidatura, analogamente alla rifinitura di un'otturazione in composito, sono indicati dischi per lucidatura (p.es. Sof-Lex

Disks, 3M Espe) (figg. 13a e 13b) e gommini per la lucidatura di superfici in composito, quali Astropol (Ivoclar Vivadent) (fig. 14). Per il raggiungimento di una superficie strutturata, prima della rifinitura e lucidatura, l'irruvidimento mirato può avvenire con strumenti diamantati a 80 µm. Infine per ottenere una superficie lucidata a specchio di materiali compositi, si sono affermati gli spazzolini a base di carburo di silicio, come p.es. (Astrobrush, Ivoclar Vivadent) (fig. 15).

L'immagine clinica finale (fig. 16) illustra la frattura riparata.

Conclusioni

Le fratture di restauri in ceramica integrale, per quanto possibile, sono evitabili in caso di una corretta indicazione e di un'accurata lavorazione in laboratorio e studio. Qualora vi sia una specifica accessibilità ed una funzione inalterata del restauro, oggi, con l'ausilio di un'adeguata tecnica adesiva e di materiali composito, è possibile riparare fratture e difetti.



Fig. 1: situazione clinica iniziale: scheggiatura del rivestimento in ceramica nella zona dell'elemento intermedio 21 con estensione sulla corona 11.
 Fig. 2: Esposizione puntiforme della struttura in ossido di zirconio
 Fig. 3: diga applicata per l'isolamento assoluto e per la protezione dall'impiego di gel di acido fluoridrico
 Fig. 4: applicazione del gel di acido fluoridrico con un pennello dopo un accurato risciacquo ed asciugatura la superficie ceramica mordenzata risulta biancastra/opaca
 Fig. 5: applicazione puntiforme del Metal/Zirkonia Primer sulla struttura in ossido di zirconio
 Fig. 6: il Monobond-S viene applicato sulla superficie mordenzata della ceramica da rivestimento
 Fig. 7: applicazione di monomero con Heliobond
 Fig. 8: fotoindurimento per 20 secondi dell'applicazione di monomero
 Fig. 9: un „nucleo dentinale“ viene applicato con Tetric EvoCeram (A2)
 Fig. 10: fotoindurimento per 20 secondi nella modalità „High Power“ della lampada per polimerizzazione bluephase (Ivoclar Vivadent)
 Fig. 11: il „rivestimento smalteo“ è stato modellato con Tetric EvoCeram Transparent. Da osservare, che in seguito alla buona modellabilità del materiale composito, la forma del dente è già quasi perfetta
 Fig. 12: rifinitura con strumenti diamantati a granulosità fine (Composhape, Intensiv)
 Fig. 13a: la caratteristica dello spigolo viene rifinita incisalmente con disco grosso stratificato con ossido di alluminio (Soflex)
 Fig. 13b: prelucidatura grossolana della superficie vestibolare
 Fig. 14: lucidatura con gommini per lucidatura (Astropol)
 Fig. 15: lucidatura a specchio con Astrobrush
 Fig. 16: immagine finale



Panoramica autori



Dr. Volker Rheinberger

- Nato nel 1948 a Vaduz/FL
- Studio della chimica presso l'Università di Basilea con laurea a dottore in fil. II
- Secondo studio presso l'Università di San Gallo con licenziato in economia, durante lo studio ha svolto diversi stage pratici presso importanti industrie
- Dopo una breve attività presso una ditta di San Gallo, inizio presso la ditta Ivoclar Vivadent come chimico di sviluppo
- Oggi membro della direzione e responsabile dell'intero dipartimento di ricerca e sviluppo



Prof. Heinrich F. Kappert

- Formazione di perito meccanico
- Studio della fisica, matematica, filosofia e pedagogia presso le Università di Münster & Friburgo
- Laurea in fisica
- 1 anno come consulente per la tecnologia dei computer presso IBM America
- 1980: Abilitazione in fisica presso l'Università di Dortmund
- 1982–2002: Prof. Univ. per la scienza merceologico-odontoiatrica presso la clinica universitaria ZMK Friburgo
- Dal 1 aprile 2002: Direttore del reparto di ricerca e sviluppo technical Ivoclar Vivadent AG, Schaan/FL



Patrik Oehri

- Nato nel 1963
- Studio di ingegneria chimica presso ETH Zurigo
- Dal 1990: Collaboratore scientifico del dipartimento di ricerca e sviluppo Ivoclar Vivadent AG
- 1994–2001: Responsabile di reparto del servizio scientifico ricerca e sviluppo, Ivoclar Vivadent AG
- Dal 2001: Responsabile divisione servizi ricerca e sviluppo Ivoclar Vivadent AG



Tobias Specht

- 1992–1996: Diploma di odontotecnico
- 1996–1999: Odontotecnico e vice-responsabile di laboratorio
- 1999–2000: Scuola di maestro odontotecnico a Friburgo, con relativo diploma
- Dal 2000: Product Manager ceramiche integrali/compositi Ivoclar Vivadent AG Schaan/Liechtenstein



Dr. Dr. Andreas Rathke

- Nato nel 1969 a Düsseldorf
- 1989–1994: Studio dell'Odontoiatria, Università Bonn
- 1996: Laurea, Università Bonn
- 1998: Laurea, Università Zurigo
- 1995: Assistente di studio, Bielefeld
- 1995–1998: Collaboratore scientifico ed istruttore presso il reparto di restauri dentali e computer, Clinica per medicina dentale preventiva, parodontologia e cariology, Università Zurigo
- 1998–2001: Odontoiatra nella ricerca clinica, ricerca e sviluppo Ivoclar Vivadent, Schaan
- 2001–2004: Product manager odontoiatria e nuove tecnologie, Marketing e Product Management, Ivoclar Vivadent, Schaan
- Dal 2003: Odontoiatra nel proprio studio dentistico, Liechtenstein



Dr. Thomas Völkel

- Studio della chimica presso l'Università di Bayreuth
- 1989: Laurea in chimica macromolecolare
- 1989–1993: Attività di ricerca: Université Bordeaux, Rijksuniversiteit Gent e centro di ricerca Ciba a Marly (FR, Svizzera)
- 1994–2002: Capo reparto sintesi, R&S, Ivoclar Vivadent AG
- Dal 2002: Servizio scientifico, R&S, Ivoclar Vivadent AG

**Dr. Siegward Heintze**

- Nato nel 1959
- 1978–1984: Studio dell'Odontoiatria alla libera Università di Berlino
- 1984–1989: Collaboratore scientifico Odontoiatria conservativa
- 1989–1993: Collaboratore scientifico Odontoiatria infantile
- 1989–1992: Libera professione
- 1992: Laurea
- 1993: Premio Hufeland
- 1994–1996: Borsa di studio per la ricerca del DFG in Brasile (fluorurazione dell'acqua potabile)
- 1997–2001: Responsabile ricerca clinica, Ivoclar Vivadent
- Dal 2001: Responsabile ricerca in-vitro, Ivoclar Vivadent

**Prof. Dr. Jean-François Roulet**

- Nato nel 1947 a Aarau, Svizzera
- 1974: Esame di specializzazione per odontoiatri
- 1976: Direttore di reparto, reparto di preservazione dei denti dell'Università di Berna
- 1977: Laurea Dr. med. dent. (Università Berna)
- 1978: Visiting Scientist, University of Connecticut, Health Center, Connecticut, USA
- 1980–1981: Visiting Scholar, Dept. of Dental Materials, University of Michigan, Michigan, USA
- 1981: Direttore di reparto, responsabile del gruppo di ricerca sulla resina reparto KAR, PAR, PZM, Università di Zurigo
- 1984–1994: Responsabile di reparto (C4) del reparto di preservazione dei denti Nord, libera Università di Berlino
- 1985–1991: Vicepreside del reparto di chirurgia orale della libera Università di Berlino
- 1986: Abilitazione (Università Zurigo)
- 1989/90: Visiting Professor, Dept. of Biomaterials, University of Florida, Florida, USA
- 1991–1994: Preside del reparto di chirurgia orale della libera Università di Berlino
- 1994: Odontoiatra per la sanità pubblica
- 1994: Responsabile di reparto di preservazione dei denti e di medicina preventiva, Charité – medicina universitaria Berlino, Università Humboldt Berlino
- 2002: Visiting Professor Università degli Studi di Siena, Facoltà di Medicina e Chirurgia
- Dal 2003: Responsabile ricerca e sviluppo clinical, Ivoclar Vivadent, Schaan

**Hans-Peter Foser
Maestro odontotecnico**

- Nato nel 1953 a Balzers / FL
- 1969–1973: Diploma di odontotecnico
- 1973–1975: Odontotecnico impiegato presso uno studio di Ginevra
- 1975–1978: Odontotecnico impiegato a Wangen presso Olten Specializzazione: Tecnica di fresaggio, telescopica, protesi ibrida ed implantare, C & B / ceramica
- 1978–1988: Capo-tecnico presso uno studio di Vaduz, tecnica generale, ceramica
- 1987–1989: Maestro odontotecnico diplomato a Zurigo
- 1988–1991: Responsabile corsi presso Ivoclar Vivadent, Schaan
- Dal 1991: Responsabile del laboratorio odontotecnico della ricerca e sviluppo
- Dal 1991: Referente presso scuole per maestri odontotecnici a Ginevra e Zurigo
- 1991: Diplômé Ingenieur Dentaire, Accademie d'Art Dentaire, Genève
- Dal 1991: Capo-esperto per protesi presso la scuola per maestri odontotecnici di Zurigo

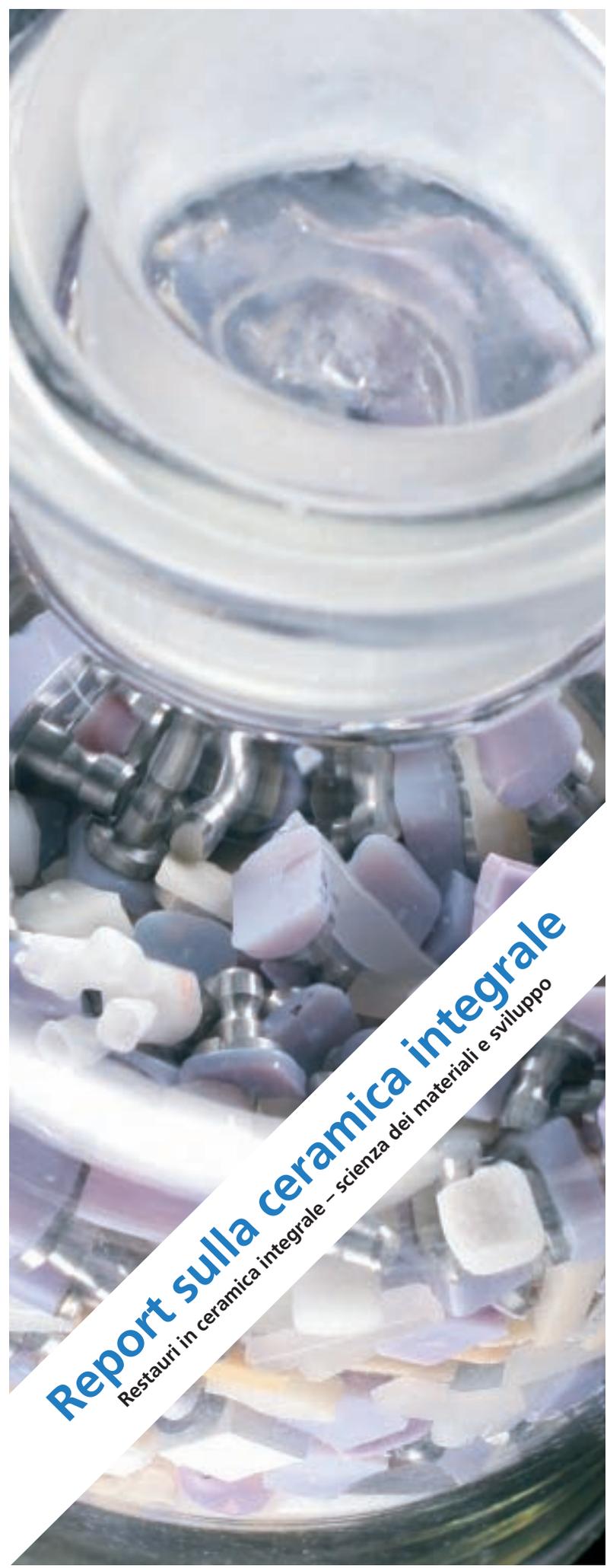
**Dr. Alexander Stiefenhofer**

- Nato nel 1963 a Monaco / Germania
- 1990–2001: Odontoiatra assistente presso il Policlinico per protesi odontoiatrica dell'Università „Bayerischen Julius-Maximilian“ di Würzburg
- 1991: Laurea
- 1999: Nomina a direttore di reparto
- Dal 2001: Attività odontoiatrica e scientifica nel campo della protesi odontoiatrica, presso la Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein

- [1] Alswueillem A, Eklund S. Long-Term Survival Analysis of Single Indirect Restorations Among Insured Adults. Abstract 3045, 2005 IADR 83rd General Session, Baltimore
- [2] Anusavice KJ. Degradability of Dental Ceramics. *Adv Dent Res* 1992;6:82-89
- [3] Anusavice KJ. Dental Ceramics. *Phillips' Science of Dental Materials* 2003;11:655-720
- [4] Audenino G, Bassi F, Carossa S, Bresciano M. In vitro evaluation of the precision of fit of three ceramic inlay systems. *Int J Prosthodont* 1998;11:90
- [5] Baba K, Clark GT, Watanabe T, Ohyama T. Bruxism force detection by a piezoelectric film-based recording device in sleeping humans. *J Orofac Pain* 2003;17:58-64
- [6] Baumann M, Heidemann D. Biocompatibility of Dental Inlay Ceramics. *Int. Symposium on Computer Restorations*, May 1991, Zürich
- [7] Bernhardt O, Gesch D, Splieth C, Schwahn C, Mack F, Kocher T, Meyer G, John U, Kordass B. Risk factors for high occlusal wear scores in a population-based sample: results of the Study of Health in Pomerania (SHIP). *Int J Prosthodont* 2004;17:333-9
- [8] Bindl A, Mörmann WH. Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns. *Eur J Oral Sci* 2003;111:163-9
- [9] Bindl A, Richter B, Mörmann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *Int J Prosthodont* 2005;18:219-224
- [10] Bohlsen F, Wegner S, Wolfart S, Kern M. Clinical Outcome of a New All-Ceramic-System for Fixed Partial Dentures. Abstract 4076, 2004 IADR 82nd General Session, Hawaii
- [11] Borchard R, Erpenstein H, Kerschbaum Th. Langzeitergebnisse von galvanokeramischen und glaskeramischen (Dicor) Einzelkronen unter klinischen Bedingungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998;53:616-9
- [12] Bornemann G, Rinke S, Wehle S, Hüls A. Prospektive klinische Langzeitstudie zur Bewährung drei- und viergliedriger CERCON-Seitenzahnbrücken – Zwei Jahres Ergebnisse. 53. DGZPW Tagung in Kiel, 2004, Abstract P 4
- [13] Bornemann G, Lemelson S, Luthardt R. Innovative method for the analysis of the internal 3D fitting accuracy of CEREC-3 crowns. *Int J Comput Dent* 2002;5:177-82
- [14] Butler CJ, Masri R, Driscoll CF, Thompson GA, Runyan DA, Anthony von Fraunhofer J. Effect of fluoride and 10% carbamide peroxide on the surface roughness of low-fusing and ultra low-fusing porcelain. *J Prosthet Dent* 2004;92:179-83
- [15] Carlsson GE, Egermark I, Magnusson T. Predictors of signs and symptoms of temporomandibular disorders: a 20-year follow-up study from childhood to adulthood. *Acta Odontol Scand* 2002;60:180-5
- [16] Claus, H. Vita In - Ceram, ein neues Verfahren zur Herstellung oxidkeramischer Gerüste für Kronen und Brücken. *Quintessenz Zahntechnik* 1990;16:35-46
- [17] Coornaert J, Adrians P, De Boever J. Long-term clinical study of porcelain-fused-to-gold restorations. *J Prosthet Dent* 1984;51:338-42
- [18] CRA. Posterior full crowns 2001, Part 3: 2-year clinical performance of CAD-CAM copings & full crowns. *CRA Newsletter* 2001;25:1-3
- [19] Dahl BL, Carlsson GE, Ekfeldt A. Occlusal wear of teeth and restorative materials. A review of classification, etiology, mechanisms of wear, and some aspects of restorative procedures. *Acta Odontol Scand* 1993;51:299-311
- [20] Demirel F, Yuksel G, Muhtarogullari M, Cekic C. Effect of topical fluorides and citric acid on heat-pressed all-ceramic material. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:277-81
- [21] Dumfahrt H. Porcelain Laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part I – Clinical procedure. *Int J Prosthodont* 1999;12:505-13
- [22] Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II – Clinical results. *Int J Prosthodont* 2000;13:9-18
- [23] Edelhoff D, Spiekermann H, Rübber A, Yildirim M. Kronen - und Brückengerüste aus hochfester Presskeramik. *Quintessenz* 1999;50:177-89
- [24] Edelhoff D, Spiekermann H, Brauner J, Yildirim M. IPS Empress 2 – adhäsiv und konventionell befestigt. *dental-praxis* 2005;22:21-33
- [25] Edelhoff D, Horstkemper Th, Richter EJ, Spiekermann H, Yildirim M. Adhäsive und konventionell befestigte IPS Empress 1 Kronen: Klinische Befunde nach vierjähriger Tragedauer. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000;55:326-30
- [26] Edelhoff D, Spiekermann H, Kinnen B, Yildirim M. Adhäsive und konventionell befestigte Kronen und Brücken aus IPS Empress 2 – Klinische Ergebnisse nach vierjähriger Tragedauer. 53. DGZPW Tagung in Kiel, 2004, Abstract KV 9
- [27] Ekfeldt A, Fransson B, Soderlund B, Oilo G. Wear resistance of some prosthodontic materials in vivo. *Acta Odontol Scand* 1993;51:99-107
- [28] Ekfeldt A, Oilo G. Wear of prosthodontic materials - an in vivo study. *J Oral Rehabil* 1990;17:117-29
- [29] EN ISO 6872 (1998) Dental Ceramic
- [30] EN ISO 7405 (1997). Dentistry – Preclinical evaluation of biocompatibility of medical devices used in dentistry – Test methods for dental materials
- [31] EN ISO 9693 (2000) Metal-Ceramic dental restorative systems
- [32] EN ISO 10993-1(2003) Biological evaluation of medical devices
- [33] Ernst CP, Cohnen U, Stender E, Willershausen B. In vitro retentive strength of zirconium oxide ceramic crowns using different luting agents. *J Prosthet Dent* 2005;93:551-8
- [34] Esquivel-Upshaw JF, Anusavice KJ, Young H, Jones J, Gibbs C. Clinical performance of a lithia disilicate-based core ceramic for three-unit posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2004;17:469-75
- [35] Etman MK, Woolford MJ, Dunne SM, Wilson N. 54 months clinical performance and crack propagation in all-ceramic restorations. Abstract 423, 2005 IADR 83rd General Session, Baltimore
- [36] FDA, Health CfDaR. Good Laboratory Practice (GLP). (PART 58 52 FR 33780, 1978, last revision 2004) 1978
- [37] FDA, Health CfDaR. Guideline on general principles of process validation. No. 820 1987
- [38] Fischer-Brandies E, Pratzel H, Wendt T. Zur radioaktiven Belastung durch Implantate aus Zirkoniumoxid. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991;46:688-90
- [39] Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation – a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:9-17
- [40] Fradeani M, Redemagni M. Clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns over 11 years. *Quintessenz* 2003;54:379-86
- [41] Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: A retrospective study. *Quintessenz Int* 2002;33:503-10
- [42] Frank M, Schweiger M, Höland W, Rheinberger V. High-strength translucent sintered glass-ceramic for dental restorations. *Glass Sci Technol Glastech Ber* 1998;71C:345-8
- [43] Frankenberger R. Was hinter dem richtigen Kleben steckt. *Die Zahnarzt Woche* 2004;12:14-6
- [44] Friedman MJ. A 15-year review of porcelain veneer failure – a clinician's observations. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:625-38
- [45] Geis-Gerstorfer J, Fäßler P. Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten der Dentalkeramiken Zirkondioxid-TZP und In-Ceram. *Dtsch Zahnärztl Z* 1999;54:692-4
- [46] Genco RJ. Current view of risk factors for periodontal diseases. *J Periodontol* 1996;67:1041-9
- [47] Gesch D, Bernhardt O, Kirbschus A. Association of malocclusion and functional occlusion with temporomandibular disorders (TMD) in adults: a systematic review of population-based studies. *Quintessenz Int* 2004;35:211-21
- [48] Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2003;90:31-41
- [49] Gragg KL, Shugars DA, Bader JD, Elter JR, White BA. Movement of teeth adjacent to posterior bounded edentulous spaces. *J Dent Res* 2001;80:2021-4

- [50] Granada S, Hicks RA. Changes in self-reported incidence of nocturnal bruxism in college students: 1966-2002. *Percept Mot Skills* 2003;97:777-8
- [51] Guggenberger R. Das Rocotec System – Haftung durch tribochemische Beschichtung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1989;44:874-6
- [52] Hajtó J. Veneers – Materialien und Methoden im Vergleich. *Teamwork* 2000;3:195-202
- [53] Heintze SD, Zappini G, Rousson V. Wear of ten dental restorative materials in five wear simulators-Results of a round robin test. *Dent Mater* 2005;21:304-17
- [54] ISO 13356 (1997). Implants for surgery – Ceramic materials based on yttria-stabilized tetragonal zirconia (Y-TZP)
- [55] ISO 14569-2 (2001). Dental materials - Guidance on testing of wear. Part2: Wear by two-and/or three body contact. Technical Specification
- [56] John MT, Frank H, Lobbezoo F, Drangsholt M, Dette KE. No association between incisal tooth wear and temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 2002; 87:197-203
- [57] Kappert HF. Dental Material: New ceramic systems. *Academy of dental Materials. Transactions* 1996;9:180-99
- [58] Kappert HF. Keramische Verblendmassen. In Meiners H, Lehmann KM (Hersg.). *Klinische Materialkunde* Hanser, München 1998:313-24
- [59] Kappert HF. Vollkeramischer Zahnersatz. In Meiners H, Lehmann KM (Hersg.). *Klinische Materialkunde* Hanser, München 1998:349-63
- [60] Kappert HF. Bedeutung verschiedener Materialparameter für den klinischen Erfolg. Referat auf dem Keramik-Symposium der AG Keramik, München 2003
- [61] Kohyama K, Hatakeyama E, Sasaki T, Azuma T, Karita K. Effect of sample thickness on bite force studied with a multiple-point sheet sensor. *J Oral Rehabil* 2004;31:327-34
- [62] Kohyama K, Hatakeyama E, Sasaki T, Dan H, Azuma T, Karita K. Effects of sample hardness on human chewing force: a model study using silicone rubber. *Arch Oral Biol* 2004;49:805-16
- [63] Komine F, Tomic M, Gerds T, Strub JR. Influence of different adhesive resin cements on the fracture strength of aluminum oxide ceramic posterior crowns. *J Prosthet Dent* 2004;92:359-64
- [64] Krämer N, Frankenberger R. Clinical Performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. *Dent Mater* 2005;21:262-71
- [65] Kunzelmann KH. Verschleissanalyse und -quantifizierung von Füllungsmaterialien in vivo und in vitro. Aachen: Shaker Verlag, 1998.
- [66] Lorenz S. Verhalten primärer humaner Epithelzellen und Gingivafibroblasten unter dem Einflus verschiedener Dentalkeramiken – eine in vitro Untersuchung. Dissertation, Zentrum für ZMK, J.W Goethe Universität Frankfurt, 1994
- [67] Ludwig K. Lexikon der zahnmedizinischen Werkstoffkunde 2005, Quintessenz Verlag
- [68] Luthardt R, Herold V, Sandkuhl O, Reitz B, Knaak JP, Lenz E. Kronen aus Hochleistungskeramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998;53:280-5
- [69] Mackert JR. Side-Effects of Dental Ceramics. *Adv Dent Res*, Sept 1992;6:90-3
- [70] Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years: Part I. Survival of Dicor complete coverage restorations and effect of internal surface acid etching, tooth position, gender, and age. *J Prosthet Dent* 1999;81:23-32
- [71] Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years: Part II. Effect of thickness of Dicor material and design of tooth preparation. *J Prosthet Dent* 1999;81:662-7
- [72] Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass ceramic dental restorations over 16 years Part III. Effect of luting agent and tooth substitute core structure. *J Prosthet Dent* 2001;86:511-9
- [73] 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. *Operative Dentistry* 2004;29:481-508
- [74] McLean JA, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11
- [75] Mehl A, Gloger W, Kunzelmann KH, Hickel R. A new optical 3-D device for the detection of wear. *J Dent Res* 1997;76:1799-807
- [76] Messer RL, Lockwood PE, Wataha JC, Lewis JB, Norris S, Bouillaguet S. In vitro cytotoxicity of traditional versus contemporary dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2003;90:452-8
- [77] Milosevic A, Dawson LJ. Salivary factors in vomiting bulimics with and without pathological tooth wear. *Caries Res* 1996;30:361-6
- [78] Molin MK, Karlsson SL, Kristiansen MS. Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint. *Dent Mater* 1996;12:245-9
- [79] Moore JE, MacCulloch WT. The inclusion of radioactive compounds in dental porcelains. *Br Dent J* 1974;136:101-6
- [80] NIOM. Test report 012/04 (März 2004)
- [81] Nishigawa K, Bando E, Nakano M. Quantitative study of bite force during sleep associated bruxism. *J Oral Rehabil* 2001;28:485-91
- [82] Oilo G, Evje D. Film thickness of dental luting cements. *Dent Mater* 1986;2:85-9
- [83] Olsson KG, Furst B, Andersson B, Carlsson GE. A long-term retrospective and clinical follow-up study of In-Ceram Alumina FPDs. *Int J Prosthodont* 2003;16:150-6
- [84] Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont* 2002;15:299-302
- [85] Özcan M, Alander P, Vallittu PK, Huysmans MC, Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med* 2005;16: 21-7
- [86] Özcan M. Evaluation of alternative intraoral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003;30:194-203
- [87] Özcan M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003;30:265-9
- [88] Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays. An 11-year evaluation. *Clin Oral Investig* 2003;7:71-9. Epub 2003 May 10
- [89] Peumans M, De Munck J, Fieus S, Lambrechts P, Vanherle G, Van Meerbeek B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. *J Adhes Dent* 2004;6:65-76
- [90] Piwowarczyk A, Ottl P, Lauer HC, Kuretzyk T. A Clinical Report and Overview of Scientific Studies and Clinical Procedures Conducted on the 3M ESPE Lava All-Ceramic System. *J Prosthodont* 2005;14:39-45
- [91] Pospiech P, Kiestler St, Frasch C, Rammelsberg P. Clinical evaluation of posterior crowns and bridges of IPS Empress II: Preliminary results after one year. Abstract 1610, 1999 IADR Vancouver, Kanada. Submitted, *J Dent Res* 78: 307
- [92] Pospiech P, Nothdurft FP. Long-term behaviour of Zirconia-based bridges: Three years results. Abstract 230, IADR-CED 2004, Istanbul
- [93] Pröbster, L. Survival rate of In-Ceram restorations. *Int J Prosthodont* 1993;6:259- 263
- [94] Pröbster L. Klinische Langzeiterfahrung mit vollkeramischen Kronen aus In-Ceram. *Quintessenz* 1997;48:1639-46
- [95] Pröbster L. Stellungnahme von DGZMK/DGZPW: Sind vollkeramische Kronen und Brücken wissenschaftlich anerkannt? *Dtsch Zahnärztl Z* 2001;56:575-6
- [96] Qualtrough AJE, Piddock V. Fitting accuracy of indirect restorations: a review of methods of assessment. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 1992;1:57-61
- [97] Reiss B, Walther W. Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of CEREC restorations. *Int J Comp Dent* 2000;3:9-23
- [98] Rinke S, Behi F, Hüls A. Fitting accuracy of all-ceramic posterior crowns produced with three different systems. *J Dent Res* 2001;80:651 (#997)
- [99] Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. *Dent Mater* 2004;20:463-9
- [100] Roulet JF, Söderholm KJM, Longmate J. Effects of Treatment and Storage Conditions on Ceramic/Composite Bond Strength. *J Dent Res* 1995;74:381-7

- [101] Sailer I, Lüthy H, Feher A, Schumacher M, Schärer P, Hammerle CHF. 3- year results of zirconia posterior fixed partial dentures, made by Direct Ceramic Machining (DCM). *J Dent Res* 2003;82 (Spec Iss B): B-21 (#74)
- [102] Sairenji E, Moriwaki K, Shimizu M, Noguchi K. Estimation of radiation dose from porcelain teeth containing uranium compound. *J Dent Res* 1980;59:1136-40
- [103] Schäfer R, Kappert HF. Die chemische Löslichkeit von Dentalkeramiken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993;48:625-8
- [104] Schindler HJ, Stengel E, Spiess WE. Feedback control during mastication of solid food textures - a clinical-experimental study. *J Prosthet Dent* 1998;80:330-6
- [105] Seligman DA, Pullinger AG, Solberg WK. The prevalence of dental attrition and its association with factors of age, gender, occlusion, and TMJ symptomatology. *J Dent Res* 1988;67:1323-33
- [106] Shinogaya T, Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Sodeyama A, Matsumoto M. Effects of ethnicity, gender and age on clenching force and load distribution. *Clin Oral Investig* 2001;5:63-8
- [107] Shugars DA, Bader JD, Phillips SW Jr., White BA, Brantley CF. The consequences of not replacing a missing posterior tooth. *J Am Dent Assoc* 2000;131:1317-23
- [108] Soderholm KJ, Lambrechts P, Sarrett D, Abe Y, Yang MC, Labella R, Yildiz E, Willems G. Clinical wear performance of eight experimental dental composites over three years determined by two measuring methods. *Eur J Oral Sci* 2001;109:273-81
- [109] Sorenson JA, Cruz MA, Berge HX. In vivo measurement of antagonist tooth wear opposing ceramic bridges. *J Dent Res* 2000;79:172 (#232)
- [110] Spiekermann H. The marginal fit of crowns and bridges. *Dtsch Zahnärztl Z* 1986;41:1015-9
- [111] Studer S, Lehner C, Schärer P. Seven year results of leucite reinforced glass ceramic crowns. *J Dent Res* 1998;77:803 (#1375)
- [112] Sturdevant JR, Bayne SC, Heymann HO. Margin gap size of ceramic inlays using second-generation CAD/CAM equipment. *J Esthet Dent* 1999;11:206-14
- [113] Tan K, Pjetrusson BE, Lang NP, Chan ES. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FDPs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:654-66
- [114] Tinschert J, Schimmang A, Fischer H, Marx R. Belastbarkeit von zirkoniumoxidverstärkter In-Ceram Alumina-Keramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 1999;54:695-9
- [115] Tinschert J, Natt G, Latzke P, Schulze K, Heussen N, Spiekermann H. Vollkeramische Brücken aus DC-Zirkon – ein klinischen Konzept mit Erfolg? *Dtsch Zahnärztl Z* 2005;60:435-45
- [116] Toxikon Report 03-5930-G1 Short term intramuscular implantation test, 2004
- [117] Toxikon Report 03-5936-G1 14 day repeat dose intravenous toxicity study, 2004
- [118] Uo M, Sjoren G, Sundh A, Watari F, Bergman M, Lerner U. Cytotoxicity and bonding property of dental ceramics. *Dent Mater* 2003;19:487-92
- [119] Viohl J. Radioaktivität keramischer Zähne und Brennmassen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1976;31:860
- [120] Wataha JC. Principles of biocompatibility for dental practitioners. *J Prosthet Dent* 2001;86:203-9
- [121] Weigl P, Edelhoff D. Ästhetik und Verweildauerwahrscheinlichkeit einer neuen Verblendkeramik für Gerüste aus Zirkoniumoxid – Erste klinische Ergebnisse. 53. DGZPW Tagung in Kiel, 2004, Abstract IF 2
- [122] Weigl P. Zirkonium Oxide based crown and bridges: first results of a prospective clinical trial. Interner Bericht für Ivoclar Vivadent, März 2005
- [123] Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Three-year follow-up of five posterior composites: in vivo wear. *J Dent* 1993;21:74-8
- [124] Yeh CK, Johnson DA, Dodds MW, Sakai S, Rugh JD, Hatch JP. Association of salivary flow rates with maximal bite force. *J Dent Res* 2000;79:1560-5
- [125] Zimmer D, Gerds T, Strub JR. Überlebensraten von IPS Empress 2 Vollkeramikronen und -brücken: Drei-Jahres-Ergebnisse. *SSO* 2004;114(2):115-9



Report sulla ceramica integrale

Restauri in ceramica integrale – scienza dei materiali e sviluppo

Edizioni pubblicate del "Report" Ivoclar Vivadent

Report No 1 (March 1984) *

G Beham
Dentin adhesion of restorative materials

Report No 2 (May 1985) *

Dr V Rheinberger and G Beham
Adhesive bridges – new prosthetic possibilities

Report No 3 (May 1986) *

P Wollwage
Veneering materials for crowns and bridges

Report No 4 (December 1987) *

Dr P Dorsch
A review of proposed standards for metal-ceramic restorations

Report No 5 (January 1990)

G Ott
Composition and development of dental composites

Report No 6 (September 1990) *

G Beham
IPS Empress: A new ceramic technology

Report No 7 (November 1992)

Dr U Salz
The restored tooth – a complex bonding system

Report No 8 (January 1993)

G Zanghellini, D Voser
Properties of resin based veneering materials

Report No 9 (March 1993) *

R Grünenfelder
Stratos 200: New possibilities in biogenic prosthetics

Report No 10 (July 1994)

Prof Dr W Höland,
Dipl Ing M Frank,
Dr rer nat U Salz,
Dr med dent G Unterbrink
IPS Empress: Material and clinical science

Report No 11 (January 1997)

K Hagenbuch
HP Foser
Artificial teeth – a symbiosis of materials, anatomy and science

Report No 12 (December 1998)

Prof Dr W Höland
Dr med dent SD Heintze
IPS Empress 2: All-ceramic bridges and more ...

Report No 13 (June 2000)

A Kammann
K Hagenbuch
M Reis
H P Foser
Removable Denture Prosthetics: Materials Science, Aesthetics and Tooth Setup

Report No 14 (January 2001)

Dr Dr med dent A Rathke
Dr sc nat U Lendenmann
Dentin adhesives: Excite in context

Report No 15 (August 2004)

Dr G Zappini
Ing HTL S Hopfauf
U Spirig
Focus on SR Adoro: Indirect Composites – Materials Science and Development

* esaurito