

# Digital Dental BioTechnology: utilità e bellezza delle nuove tecnologie

**Paolo Smaniotto** - Titolare di laboratorio odontotecnico in Bassano del Grappa. E-mail: info@labsmaniotto.com

**Alessandra Smaniotto** - Responsabile Ricerca e Sviluppo del laboratorio Smaniotto Biotecnologie Dentali. E-mail: info@labsmaniotto.com

Nell'articolo trattiamo alcuni argomenti che con l'ausilio di tecnologia informatizzata ci hanno portato all'utilizzo di metodiche e materiali idonei alla realizzazione di strutture metal free sempre più orientate verso l'uso della zirconia. Descriviamo come nella pratica di laboratorio abbiniamo alle lavorazioni Cad/Cam la tecnica A.R.D (Anatomic Ridge Design) realizzando strutture Z.P.S (Zirconia Parzialmente Stratificata) al fine di accoppiare dal punto di vista estetico e funzionale materiali dalle caratteristiche diverse ma complementari quali zirconia e ceramica dentale.

## Paolo Smaniotto

Titolare di laboratorio dal 1981 a Bassano del Grappa. Socio Fondatore A.N.T.L.O Veneto, docente Antlo FORMAZIONE dal 1988. Socio Attivo Aiop, nel biennio 2009-2010 è dirigente della sezione odontotecnica dell'Aiop. Nel 2010 Riceve dal Presidente della Repubblica Italiana On. Giorgio Napolitano una Medaglia di Merito. Dal 2013 è Docente Esercitatore a.c in Materiali Dentali al Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentaria dell'Università di Modena e Reggio Emilia (Prof. U. Consolo). Dal 2014 è Professore a.c di Tecnologie Protetiche di Laboratorio al Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentaria dell'Università Vita Salute San Raffaele di Milano (Prof. E. Gherlone).



## Alessandra Smaniotto

Odontotecnico diplomata all'Istituto Statale F. Lampertico di Vicenza, nel 2011 all'Università di Ferrara consegue la Laurea Specialistica in Biologia Biomolecolare Cellulare, ha esperienze scientifiche maturate all'Università di Valencia (Spagna) e al King's College dell'Università di Londra (UK). Frequenti stage professionali all'estero oltre all'approfondimento professionale gli permettono di mantenere esercitata ed attiva la conoscenza delle lingue inglese e spagnolo. Nel 2010 è relatrice al 27° Congresso Nazionale Antlo. Dal 2011 si occupa principalmente di Digital Dental BioTechnology.



## Introduzione

***“Abbiamo vissuto la trasformazione di tante persone attraverso il nostro lavoro: dal ripristino della funzione masticatoria alla maggiore confidenza in se stessi, alla vita sociale più intensa e gioiosa. Si può dedicare il proprio tempo a qualcosa di più bello...?”***

Le nuove tecnologie stanno trasformando l'odontoiatria protesica e quindi l'odontotecnica.

***“Come tutte le attività inerenti la salute pubblica, l'odontotecnica richiede un alto grado di conoscenza, competenza, esperienza ed etica”***

Chi fa la scelta di aprire le porte del proprio laboratorio al digitale ha compreso che, per reagire alle sfide del settore, deve trasformarsi ed integrare le proprie competenze.

Ci si trova quindi di fronte a un nuovo concetto di laboratorio dove manualità e tecnologia fanno insieme parte di un capitale che deve essere gestito in modo efficiente, aprendo prospettive su un mondo complesso e dalle maggiori opportunità.

***“Ripensiamo analizzando il passato a ridice del presente rivolto al futuro!”***

## Motivazioni

In odontotecnica la tecnologia **CAD/CAM** permette, attraverso scanner 3D di acquisire ed elaborare dati da modelli opportunamente trattati.

Effettuata la lettura e la progettazione **CAD**, i dati ottenuti vengono trasferiti ad una macchina utensile **CAM** che tramite un particolare software è in grado di estrarre dal pieno il dispositivo precedentemente elaborato realizzandolo nel materiale scelto per la ricostruzione protesica.

Allo stato attuale vi sono domande che debbono essere approfondite quali:

- Dopo un primo periodo “pionieristico” cosa è lecito aspettarci dall'evoluzione di questa mole d'esperienza?

- Quali nuove conoscenze è interessante condividere al fine di poter rendere il nostro lavoro qualitativamente migliore e produttivo?

- L'acronimo **CAD/CAM** è sempre valido... oppure sarebbe auspicabile coniugarlo in **Certi Aspetti Devono Certamente essere Ampliati e Migliorati?**

Quanto sopra accennato accompagna con lo stimolo che molti protesisti tecnici e clinici hanno di “spingersi oltre”, di valutare ciò che l'evoluzione dei tempi propone, in altre parole di evolvere il concetto di bellezza non solo intesa come fascino, attrattiva, armonia, equilibrio, proporzione, gradevolezza, piacevolezza, ma in modo più ampio e coinvolgente per il paziente fruitore dei nostri interventi, al fine di poter offrire una riabilitazione protesica di miglior qualità, coniugando i benefici biologici con il risultato estetico, per arrivare con maggior predicibilità a ciò che possiamo definire un bel risultato.

In grammatica il termine “Bellezza” viene definito come astratto, questo significa che, come per altre parole astratte: Etica, Bruttezza, Amore ecc..., ciò che manca è l'oggettività.

Le parole astratte, infatti, indicano qualcosa che non possiamo né vedere né toccare.

Possiamo vedere e toccare ciò che riteniamo “bello” ma non la sua Bellezza.

Questo termine esprime quindi sensazioni, stati d'animo, cioè qualcosa di estremamente soggettivo, ed in questo, spesso, rientrano le intime motivazioni al cambiamento, anche quello che oggi stiamo attraversando, nello specifico al passaggio dall'analogico (modellazione, fusione a cera persa...) al digitale (impronta virtuale e tecnologie Cad/Cam in lab) sempre più rivolti al metal free, con tecniche atte a rendere il dispositivo protesico sempre più “invisibile” e quindi bello.

Nel tempo si è cercato di dare una di-

mensione “fisica” alla Bellezza creando canoni e parametri diversi in ogni epoca, che la definissero in modo tale da permetterne il riconoscimento e la condivisione dal maggior numero di persone possibile.

Ogni società si crea specifici canoni estetici e agli individui che vi appartengono viene insegnato a riconoscerli e a farli propri, così che dal momento in cui se ne prende coscienza si tenterà in ogni modo di rientrarvi per sentirsi accettati dagli altri così, come si riconoscerà coloro che non appartengono al “gruppo”.

Malgrado tutto sfuggono ancora alcune risposte:

Perché “oggi” questa ricerca? Cosa vediamo? Cos'è la bellezza?

Il filo di Arianna è il valutare il concetto di bello nel tempo, di comprendere se una particolare metodica o tecnologia si debba considerare bella al di là dell'odontotecnico. Concludendo questo breve pensiero “crediamo” che per ora... a rendere utile la Bellezza di queste nuove tecnologie Cad/Cam è lo sforzo d'immaginazione dell'odontotecnico... che tanta strada deve ancora percorrere.

***“L'odontoiatria protesica ha come cardine le capacità dell'odontotecnico e le sue conoscenze in continuo scambio con il dentista. In sostanza l'odontotecnico è un componente vitale del team che si cura della salute orale, combinando il suo talento artistico e le conoscenze acquisite sulla miriade di materiali e tecniche che il mercato offre, dedica tempo ed energie per ottenere il risultato migliore per ogni singolo paziente. L'uso di materiali di prima qualità, testati e certificati, sia da parte del dentista che dell'odontotecnico, è base fondamentale per il risultato e la durata estetica e funzionale delle terapie”.***

In questo breve articolo ribadiamo come in merito al “nuovo mondo” aperto con la Digital Dentistry ogni scelta relativa ad uno scanner debba basarsi su motivazioni di carattere operativo, predi-

ligendo precisione, robustezza e versatilità del sistema Cad non disgiunto dalla possibilità di realizzare dispositivi protesici sempre più performanti, duraturi e belli dove la bellezza nell'eccezione più ampia del termine assume una valenza fortemente consolatoria in risposta ad un "mondo occidentale" in forte crisi di valori umani, sociali ed economici.

Nei limiti delle competenze acquisite con anni d'esperienza abbiamo cercato di motivare quanto ci ha portato "anche in forma pionieristica" a studiare prima ed abbracciare operativamente poi quanto le nuove tecnologie hanno proposto ed introdotto nel mercato dentale, impegnandoci ad essere di stimolo al continuo miglioramento futuro.

### Materiali e Metodi

Ancor oggi la protesi in metallo-ceramica rappresenta un'op-

### CASO A : con Tecnica A.R.D

**Fig. 1** - Nella pratica di laboratorio preferisco eseguire la progettazione di forme e volumi ottenuti tramite l'abituale ceratura manuale, ciò ci consente di realizzare e verificare le cerature valutando attentamente ogni particolare sia in statica che in dinamica funzionale. Solo successivamente si passa alla doppia scansione ed alla realizzazione dei file STL che verranno elaborati dal fresatore Cam.

**Figg. 2-6** - Realizzazione del dispositivo in Zirconia presinterizzato così come si presenta dopo la fresatura meccanica.



FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5

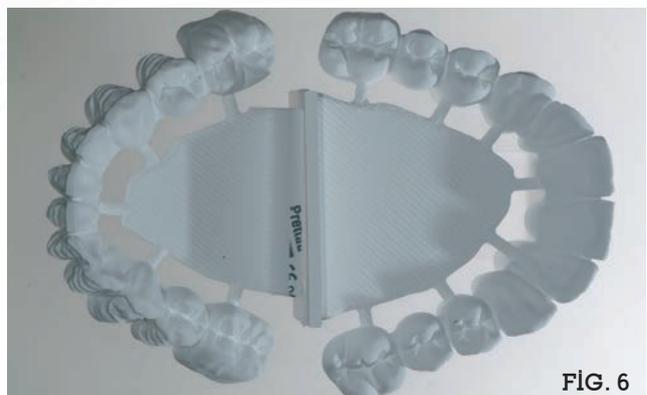


FIG. 6

**Fig. 7** - Arcate sinterizzate. Questo è un processo molto delicato che richiede un corretto controllo degli incrementi termici di gradiente, il tutto deve essere eseguito in rapporto al peso ed al volume del dispositivo da sinterizzare.

**Fig. 8** - Particolare con utilizzo della tecnica A.R.D (Anatomic Ridge Design).

**Figg. 9-15** - Risultato ottenuto tramite il connubio di una adeguata tecnica d'infiltrazione e spessori della struttura in ZrO<sub>2</sub>, otteniamo così gli effetti evidenziati dalle immagini.

zione di trattamento diffusa, molti odontoiatri in virtù delle sperimentate tecniche di fabbricazione, dell'accettabile risultato estetico e dell'alta percentuale di sopravvivenza (tra il 74%-85% dopo 15 anni d'utilizzo<sup>1,2</sup>) continuano a prescriverla.

Le frequenti discolorazioni gengivali attorno al margine delle metallo-ceramiche insieme alle reazioni allergiche di alcune leghe ad uso dentale sono tutt'ora i punti deboli di tali dispositivi protesici. Mentre dispositivi dentali in ceramica integrale hanno ottenuto importante attenzione ed interesse per i loro sviluppi estetici e di biocompatibilità in comparazione ai tradizionali dispositivi in metallo ceramica<sup>3</sup>.

Per questi motivi l'impiego in odontoiatria di riabilitazioni me-



tal-free è divenuto sempre più comune<sup>4-6</sup>.

Il maggior difetto di questi materiali è di norma la minor resistenza a frattura paragonata al metallo, di conseguenza i sistemi protesici metal free, soprattutto in disilicato di litio, sono stati utilizzati tradizionalmente nelle aree dove i carichi occlusali sono minori.

Con l'introduzione delle nuove ceramiche ad alta resistenza ed in particolare della zirconia policristallina tetragonale parzialmente stabilizzata con ittrio (Y-TZP) il campo di applicazione dei restauri in ceramica integrale si è ampliato: l'elevata resistenza a flessione di 900 MPa e resistenza a frattura di 9 MPa m<sup>1/2</sup> della Y-TZP hanno permesso il suo utilizzo per la fabbricazione di framework per FDPs anche nei settori posteriori, regione molare inclusa<sup>7,8</sup>.

A causa della sua limitata

trasparenza, per ottenere una migliore estetica, il framework in zirconia deve essere rivestito con porcellana per stratificazione o pressofusa, dando così alla riabilitazione finale caratteristiche ottiche e mimetismo che rendono difficile la distinzione rispetto ai denti naturali adiacenti<sup>9-10</sup>.

Dagli studi clinici fin qui condotti<sup>11-13</sup> su dispositivi in zirconia-ceramica si osserva che mentre il core in zirconia presenta una elevata resistenza a frattura (un solo caso di cedimento riportato in uno studio dove un ponte posteriore di 5 elementi si è fratturato a causa di un trauma, Sailer et al. 2007), il chipping o frattura della ceramica di rivestimento rappresenta un evento frequente in questo tipo di riabilitazione, il più frequente tra i problemi tecnici.

Dalla revisione sistematica di Pjetursson<sup>14</sup> risulta che il

chipping della ceramica di rivestimento dal framework in zirconia è del 10% (Tinschert et al. 2005), 15% (Sailer et al. 2007) e 60% (Raigrodsky et al. 2006) nell'arco di 5 anni, mentre nelle metallo-ceramica dopo un periodo di osservazione di 5 anni i chipping della ceramica di rivestimento si presenta solo nel 2,9% dei casi.

Il dato è stato confermato anche dallo studio clinico randomizzato controllato (RCTs) di I. Sailer<sup>15</sup> che evidenzia nell'arco di tre anni la comparsa di chips minori (risolvibili con lucidatura) più frequenti nella zirconia rispetto al metallo; le fratture clinicamente inaccettabili della ceramica di rivestimento, sono state trovate solo nelle FDPs in zirconia-ceramica con una percentuale dell'8,5%.

Le cause del chipping dei sistemi in zirconia-ceramica non sono ancora ben chiare. Diversi fattori che possono

influenzare la frequenza dei chipping sono stati studiati in svariati test di laboratorio. Tra i fattori analizzati vi sono: la compatibilità del TEC tra ceramica di rivestimento e zirconio<sup>16,17</sup>, differenti trattamenti di superficie del framework<sup>18</sup>, la resistenza a flessione delle ceramiche da rivestimento<sup>19</sup>, la forza di legame tra ceramica da rivestimento e zirconia<sup>20-22</sup>.

Un altro elemento da considerare rispetto al rischio di chipping è il design del framework che deve garantire

**Figg. 9-15** - Risultato ottenuto tramite il connubio di una adeguata tecnica d'infiltrazione e spessori della struttura in ZrO<sub>2</sub>, otteniamo così gli effetti evidenziati dalle immagini.

**Figg. 16-20** - Fasi di lavorazione e finitura delle arcate. Quanto prescritto dal clinico e progettato tecnicamente è stato raggiunto.



**Figg. 16-20** - Fasi di lavorazione e finitura delle arcate. Quanto prescritto dal clinico e progettato tecnicamente è stato raggiunto.

### CASO B: con Tecnica Z.P.S

**Fig. 21** - Viene segnalata con matita a cera la zona non funzionale da fresare manualmente con tecnica Z.P.S al fine di favorire il risultato estetico.

**Figg. 22-24** - Identificazione e riduzione manuale Z.P.S nella zirconia presinterizzata delle aree estetico-funzionali degli elementi 12-11-21-22. Fasi di rifinitura. Solo manualmente è possibile ottenere i risultati necessari descritti in quanto anche le più sofisticate attrezzature Cad/Cam non possono per la limitatezza operativa di cui dispongono ottenere tali forme.

uno spessore uniforme della ceramica di rivestimento e supportare la stessa<sup>23</sup>.

Le considerazioni sopra citate hanno portato vari autori a proporre diverse soluzioni per la realizzazione di dette strutture (vedi prima parte dell'articolo), personalmente sin dal 2005 in occasione del Closed Meeting Aiop tenutosi a Castiglion della Pescaia ho proposto la realizzazione di strutture in zirconia aventi non solo forma anatomica ma con particolari nervature atte a meglio sostenere la ceramica di rivestimento, successivamente al X Closed Meeting Aiop di Cortina nel 2008 ho presentato il frutto di tali studi concretizzandosi nella forma di struttura denominata A.R.D (Anatomic-Ridge-Design) pubblicata nel 2008 nel testo *Estetica e tecnica dei nuovi materiali* (Ed. Team Work media - Brescia<sup>24-26</sup>).

Inizialmente l'utilizzo della zirconia era analogo alla metallo ceramica, si provvedeva cioè a rivestire il framework con ceramica dedicata, a tal scopo il disegno A.R.D valutato presso l'Università di Bologna dal prof. Paolo Baldissara e coll. si è dimostrato particolarmente performante (Figg. 2-8).

Dal 2008 ad oggi molte cose sono cambiate, l'utilizzo routinario di strutture metal free ha ridotto l'uso della tradizionale metallo-ce-

ramica, questo ha portato alla nostra attenzione materiali zirconici con caratteristiche estetiche decisamente superiori alla zirconia di prima generazione (Figg. 9-20).

Con tali materiali si è passati alla realizzazione di dispositivi protesici monolitici soprattutto nei settori posteriori. All'inizio con una certa titubanza poi con più convinzione, visto i risultati clinici, si è passati a strutture combinate dove la ceramica di rivestimento viene applicata solo in alcune zone particolarmente estetiche, questo è possibile anche grazie a nuovi liquidi e tecniche d'infiltrazione atte a rendere sempre più estetiche le predominanti strutture in zirconia.

Dal 2011 ad oggi con il trend d'incremento di strutture monolitiche in zirconia sempre in crescita, ho valutato la possibilità di realizzare strutture solo parzialmente stratificate Z.P.S. al fine di sfruttare la fisicità della zirconia e l'estetica della ceramica (Figg. 21-40).

### I casi

#### Caso A

Realizzato con l'utilizzo "tradizionale" di strutture in zirconia realizzate con la tecnica A.R.D (Anatomic Ridge Design) e stratificate vestibolarmente con ceramica dedicata.



**Caso B**

A differenza del caso A viene proposta una tecnica alternativa denominata Z.P.S (Zirconia Parzialmente Stratificata) vediamo perché...

In questi anni abbiamo vissuto una forte virata verso l'uso sempre più massiccio di strutture prive di metallo, all'inizio stratificate, successivamente con una certa gradualità è apparso l'uso di strutture monolitiche in disilicato di litio e zirconia.

Non ci addentriamo, in questa breve presentazione, sulle caratteristiche fisiche relative alle ceramiche per stratificazione su questi materiali, ricordiamo che essendo queste ceramiche a matrice vetrosa mantengono un grande vantaggio estetico rispetto a strutture monocristalline qual è la zirconia.

Vorremo evidenziare come più autori propongano originali progetti per abbinare i vantaggi offerti dalle nuove tecnologie legate all'utilizzo

**Figg. 22-24** - Identificazione e riduzione manuale Z.P.S nella zirconia presinterizzata delle aree estetico-funzionali degli elementi 12-11-21-22. Fasi di rifinitura. Solo manualmente è possibile ottenere i risultati necessari descritti in quanto anche le più sofisticate attrezzature Cad/Cam non possono per la limitatezza operativa di cui dispongono ottenere tali forme.

**Figg. 25, 26** - Oggi è possibile realizzare strutture monolitiche dal colore individuale. L'iconografia evidenzia alcuni particolari del processo d'infiltrazione, procedimento che necessita d'una certa curva d'apprendimento.

**Figg. 27-30** - Vari particolari della struttura sinterizzata. La funzione è garantita dalla presenza della zirconia, non solo nei quadranti posteriori in zona oclusale ma anche nei tragitti funzionali del sestante anteriore. Infiltrazione individuale e spessori mirati della zirconia sono indispensabili per poter ottenere un risultato positivo.



FIG. 23



FIG. 24



FIG. 25



FIG. 26

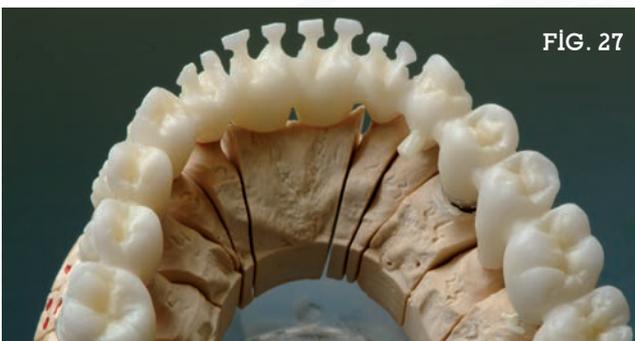


FIG. 27



FIG. 28

**Figg. 27-30** - Vari particolari della struttura sinterizzata. La funzione è garantita dalla presenza della zirconia, non solo nei quadranti posteriori in zona oclusale ma anche nei tragitti funzionali del sestante anteriore. Infiltrazione individuale e spessori mirati della zirconia sono indispensabili per poter ottenere un risultato positivo.

**Figg. 31, 32** - Le strutture realizzate con tecnica Z.P.S a seguito della funzionalizzazione in fase clinica durante la prova possono essere improntate per ottenere un modello di rimontaggio. Le immagini evidenziano come l'originale forma Z.P.S non presenti alcun problema di eventuale frattura durante le fasi di sviluppo, apertura e rifinitura del modello.

**Fig. 33** - Dopo lo scrupoloso controllo funzionale ottenuto con il rimontaggio dei modelli in articolatore, si procede con la stratificazione delle masse ceramica con la tecnica del "giovane Eyck", utilizzando spatole e pennelli di varia forma e misura.

**Figg. 34, 35** - Struttura terminata, il connubio zirco-ceramico consente con tecnica Z.P.S d'ottenere una buona risposta ottico luminosa anche in zone ad alta valenza estetica.

**Figg. 36, 37** - Particolari di varie angolazioni e incidenze luminose, continuità cromatica e funzionale unita alla pratica realizzazione abbina la tradizione manuale alle nuove tecnologie informatizzate permettendo d'ottenere di routine buoni risultati.

sia analogico che digitale della zirconia e delle ceramiche dedicate.

Basandoci su recentissima letteratura<sup>4-6</sup> che evidenzia la possibilità e i vantaggi d'uso della zirconia in tutte le aree funzionali quali oclusali nei quadranti posteriori, alcune zone funzionali nei settori frontali.

- Lasciamo in zirconia i tragitti funzionali che partendo dai punti di centrica percorrono proteggendola tutta l'area interessata nei settori frontali.
- Elimiamo nei settori frontali la zirconia nelle zone dove è possibile contribuire a migliorare l'effetto metamerico tipico della ceramica a matrice vetrosa (come si può vedere nelle immagini).

Proponiamo d'utilizzare la fisicità della zirconia e l'estetica della ceramica.

### Conclusioni

I cambiamenti socio-economici che contraddistinguono il nuovo millennio coinvolgono tutti i settori, ogni individuo è chiamato, nell'ambito delle proprie competenze, ad intervenire valutando e, dove necessario, modificando, se possibile positivamente, il work in progress che è solo l'inizio di un nuovo percorso.

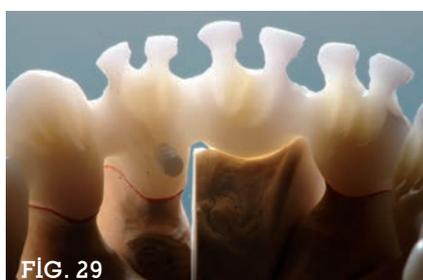


FIG. 29



FIG. 30



FIG. 31



FIG. 32



FIG. 33



FIG. 34



FIG. 35

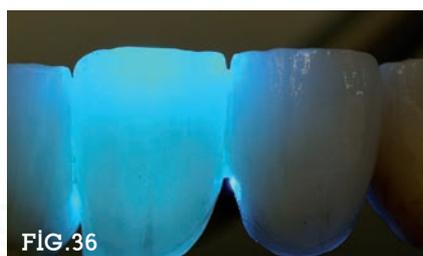


FIG. 36



FIG. 37



FIG. 39



FIG. 40

**Figg. 38-40** - Le immagini evidenziano come la tecnica A.R.D-Z.P.S da me ideata e proposta ben si integri ed amplii le possibilità realizzative.

## NOTA

Le Figg. 21-40 sono state utilizzate per la prima volta nelle pubblicazioni "Un nuovo design per dispositivi in Zirconia-Ceramica parzialmente stratificati" dei numeri 6, 7 e 8 del 2013 di Dental Dialogue (Ed. Teamwork Media srl, Brescia).

## Bibliografia

- Creugers NH, Kayser AF, von't Hof MA (1994). A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges. *Community Dent Oral Epidemiol* 22:448-452.
- Walton TR. An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs: Part 1. Outcome. *Int J Prosthodont*. 2002 Sep-Oct;15(5):439-45.
- Kelly JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. *Annu Rev Mater Sci* 1997;27:443-68.
- McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001;85: 61-66.
- Raigrodski AJ, Chiche GJ, Swift EJ Jr. All-ceramic fixed partial dentures, Part 1: in vitro studies. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14:188-191.
- Raigrodski AJ, Chiche GJ, Swift EJ Jr. All-ceramic fixed partial dentures, Part 3 : Clinical studies. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14:313-319.
- Sturzenegger B, Fehér A, Lüthy H, Schäfer P, Gauckler LJ. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). *Int J Comp Dent* 2001; 4: 89-106.
- Lüthy H, Filser F, Loeffel O, Schuhmacher M, Gauckler LJ, Hämmerle CHF. Strength and reliability of four unit all-ceramic posterior bridges. *Dent Mater* 2005; 21: 930-937.
- Moustafa N, Aboushelib, DDS, MSc,1,2 Cornelis J. Kleverlaan, PhD,1 & Albert J. Feilzer, PhD, DDS1. Microtensile Bond Strength of Different Components of Core Veneered All-Ceramic Restorations. Part 3: Double Veneer Technique *Journal of Prosthodontics* 17 (2008) 9-13.
- M.Lala: *Scienza dei Materiali Dentali e Laboratorio* - Ed. Veant s.r.l Roma - 2008.
- Sailer I et al. Five-Year Clinical Results of Zirconia Frameworks for Posterior Fixed Partial Dentures. *Int J Prosthodontics* 2007;20;383-388.
- Raigrodski AJ et al. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent* 2006; 96;237-244.
- Tinshert J et al. Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of DC-Zircon :3-year result. *Int J Prosthodontics* 2008: 21; 217-222.
- Sailer I et al. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal- ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part 2: fixed dental prostheses. *Clin Oral Impl Res*: 18; 86-96.
- Sailer et al. Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses : a 3-year follow-up. *Int J Prosthodontics* 2009; 22: 553-560.
- Aboushelib MN et al. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2005: 21;984-991.
- Fisher J et al. Effect of thermal misfit between different veneering ceramics and zirconia frameworks on in vitro fracture load of single crowns. *Dent Mater J* 2007;26: 766-772.
- Fisher J et al. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater J* 2008;27:448-454.
- Fisher J et al. Flexural strength of veneering ceramic for zirconia. *J Dent* 2008; 36: 316-321.
- Luthardt RG et al. Zirconia-TZP and alumina advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999; 7:113-119.
- Al Dohan HM et al. Shear strength of core-veneer interface bi-layered ceramics. *J Prosthet Dent* 2004; 91:349-355.
- Aboushelib MN et al. Effect of zirconia type on its bond strength with different veneer ceramics. *J Prosthodont* 2008 ;17 : 401-408.
- Bonfante EA et al. Effect of framework design on crown failure. *Eur J Oral Sci* 2009; 117: 194-199.
- Weinberg LA. A new design for porcelain -fused-to metal prostheses. *J Prosthet Dent* 1967;17:178-194.
- Shoher I, Whiteman AE. Reinforced porcelain system: A new concept in ceramometal restorations. *J Prosthet Dent* 1983;50:489-496.
- Paolo Smaniotto - Alexander Beikircher. *Estetica e tecnica dei nuovi materiali* - Ed. Teamwork Media srl, Brescia 2008.
- State of the art of zirconia for dental applications. Denry I, Kelly JR. *Dent. Mater.* 2008 Mar; 24(3):299-307.
- Factors essential for successful all-ceramic restorations. Donovan TE. *J Am Dent Assoc.* 2008 Sep; 139 Suppl:14S-18S. Review.
- Influence of glass ceramic thickness on Hertzian and bulk fracture mechanisms. Tsai YL, Petsche PE, Anusavice KJ, Yang MC. *Int J Prosthodontic.* 1998 Jan-Feb; 11(1):27-32.
- A.H.Aref Sabrah - The effect of full-contour y-tzp ceramic surface roughness on the wear bovine enamel and syntetic hydroxyapatite: an in-vitro study - Indiana University- School of Dentistry - December 2011.
- T.R.Tambra, M.E Razzoog, B.R. Lang, RF Wang, B.E Lang. U.k- in vitro wear of human enamel opposing ytzp zirconia. And varius polished dental porcelain surfaces.
- A. Laciulli, F. Masiello, M. Polti *Tribologia e applicazioni tribologiche parte 2* - Università Studi Lecce - Facoltà Ingegneria - Corso Ingegneria dei materiali - A.A. 2003-2004.
- F. Simonato - *Scienza dei materiali dentali* - Vol. 1 e2 - Ed. Piccin - Padova.
- P. Smaniotto - Un nuovo disegno per dispositivi in zirconia-ceramica parzialmente stratificati - Ed. Teamwork Media srl, Brescia - *Dental Dialogue* anno XX- 6/2013 - pag 112-118 - e *Dental Dialogue* anno XX 7/2013 pag. 112-122.