

● Carlo Poggio

● Roberto Bonfiglioli

1

L'utilizzo della zirconia con preparazioni feather edge

In Memoriam, Gianfranco di Febo



Introduzione

L'utilizzo di preparazioni verticali per restauri in zirconia stratificata o monolitica è attualmente una metodica diffusa e consolidata da anni di ricerche sperimentali e cliniche. Storicamente, fino al 2000, il giudizio prevalente sulle preparazioni verticali è stato un mix di vantaggi ("una preparazione molto conservativa del dente") e svantaggi ("non offre spazio adeguato ai margini, per cui risulta in ingombri eccessivi nella zona marginale, esteticamente sgradevoli e potenzialmente dannosi")¹. Le difficoltà tecniche legate alla lavorazione di metallo-ceramica in spessori sottili hanno reso prevalenti, per la maggior parte dei clinici e dei tecnici, gli svantaggi sui vantaggi, a favore di altre metodiche di preparazione marginale (spalle o chamfer).

Nei primi anni 2000, nell'ambito della più ampia diffusione di materiali "metal free" per protesi fissa², la comparsa sul mercato della zirconia, tra gli altri effetti dirompenti, ha intaccato questa percezione storica: l'eliminazione del metallo e la possibilità di realizzare chiusure sottili in materiale ceramico dotato di caratteristiche meccaniche del tutto nuove ha ridotto la percezione degli svantaggi (poco spazio ai margini per nascondere il metallo con opaco e porcellana ed esigenza comunque di una chiusura metallica) e ha consentito di apprezzare meglio i vantaggi (risparmio di sostanza dentale in situazioni con indicazione a utilizzo di preparazioni complete).

Gli storici timori e pregiudizi di danno parodontale causato dalla scelta di preparazioni verticali sono ormai sconfessati dalle evidenze disponibili³.

Si può dire che la zirconia come materiale ha dato nuova visibilità alle preparazioni di tipo verticale anche al di fuori dell'ambito più ristretto della perio-protesi in cui erano rimaste confinate^{4,5}. La possibilità di applicare concetti di forma molto simili a quelli utilizzati con la metallo-ceramica, anche con le ceramiche su zirconia ha reso nuovamente disponibile la modalità di preparazione verticale in situazioni in cui l'aspetto estetico era molto più rilevante rispetto al passato.

L'esperienza acquisita nelle terapie protesiche con queste metodiche, ormai più di 15 anni fa, è stata notevole, e ha aperto la strada a fasi ulteriori di evoluzione⁶. Il passo successivo, ormai circa 10 anni fa, è stato prima l'avvento di zirconie monolitiche con caratteristiche di accettabile

estetica, poi zirconie monolitiche multistrato con una resa estetica decisamente superiore.

La zirconia monolitica ha semplificato aspetti progettuali della struttura in zirconia, riducendo il tema dell'adeguatezza del sostegno alla ceramica da stratificazione, un aspetto che – non adeguatamente gestito – ha costituito per anni un punto dolente dei restauri in ceramica su zirconia.

Affianco al miglioramento delle qualità estetiche dei materiali è andato di pari passo il progredire delle metodiche di scansione intraorale. L'utilizzo di materiali monolitici multistrato ha consentito la digitalizzazione del controllo di una serie di aree del manufatto protesico, quali i punti di contatto interprossimali e le superfici occlusali. Progressivamente la sinergia derivante dall'interazione tra scansione intraorale e materiali monolitici funzionalmente resistenti ed esteticamente performanti ha determinato un reale cambio di paradigmi, consentendo approcci interamente full digital anche a situazioni complesse⁷.

All'interno di questa evoluzione è interessante osservare come, rispetto al passaggio da metallo-ceramica a ceramica stratificata su zirconia, il passaggio da ceramica su zirconia a zirconia monolitica all'interno di un flusso digitale abbia innescato trasformazioni molto più rilevanti del flusso di lavoro.

Le metodiche di lavorazione nate per la metallo-ceramica, infatti, erano state sostanzialmente trasportate pressoché invariate alla zirconia-ceramica, per essere poi decisamente trasformate e rese più semplici ed efficienti con i moderni materiali monolitici in flusso interamente digitale.

Gli aspetti di complessità tecnica delle preparazioni verticali tipici del flusso analogico sono oggi completamente trasformati all'interno del flusso digitale: quelli che erano aspetti critici della produzione tecnica di corone su preparazioni verticali (la complessità della ceratura dei margini, la delicatezza delle fasi di fusione e rifinitura, la difficoltà nella definizione della posizione apicale del margine) sono enormemente semplificati nella progettazione digitale.

Attualmente, nella terapia di elementi singoli all'interno di un flusso di lavoro digitale, i materiali completamente monolitici consentono pressoché di routine flussi model free nei settori posteriori, grosso modo fino ai secondi premolari totalmente monolitici, dai primi premolari in avanti con stratificazione limitata alla superficie vesti-

bolare. L'utilizzo di modelli stampati resta sicuramente valido per agevolare il lavoro tecnico di stratificazione vestibolare nei settori anteriori.

Nel caso di elementi multipli e terapie protesiche più estese, laddove per l'estensione degli elementi coinvolti non vi sia la necessità di caratterizzare gli elementi in relazione a denti naturali adiacenti e visibili, il monolitico multistrato può diventare una soluzione eccellente in tutti i settori della bocca.

Quando necessario, le tecniche di microstratificazione consentono un compromesso eccellente tra robustezza, semplificazione e individualizzazione dei restauri nelle condizioni che richiedono maggior estetica.

Oggi le corone in zirconia monolitica sono ampiamente la tipologia di restauro più utilizzato dai dati di mercato disponibili in Nord America.

La preparazione verticale è, a giudizio degli Autori, la preparazione ideale nell'ambito di un flusso full digital con zirconia monolitica multistrato, e il suo utilizzo è destinato a diffondersi ulteriormente.

Storia e terminologia delle preparazioni verticali

LE PREPARAZIONI VERTICALI PRIMA DELL'AVVENTO DELLA ZIRCONIA

Tradizionalmente le preparazioni verticali nascono in epoca di margini protesici prodotti da fusione (oro, leghe auree, metallo-ceramica). In questo senso la letteratura dagli anni Cinquanta⁸ agli anni Sessanta-Settanta descrive le caratteristiche costruttive e fa riferimento molto ampio alle possibilità offerte dalla geometria verticale del margine^{9,10}.

Al di là delle ovvie differenze di gestione rispetto alla situazione attuale, alcuni concetti di base restano utili da ricordare.

Alle preparazioni verticali in generale è riconosciuto dalla letteratura dell'epoca una buona capacità di chiusura marginale, in particolare associata al fatto di sviluppare su una superficie anziché lungo una linea il sigillo marginale⁹. Questa caratteristica era legata anche al concetto di bisello verticale, spesso associato a spalle e chamfer

proprio per migliorare i requisiti geometrici di chiusura marginale delle fusioni.

Allo stesso tempo è riconosciuta dalla letteratura dell'epoca una certa complessità tecnica per ottenere queste caratteristiche: il margine metallico sottile associato alla preparazione verticale deve essere gestito secondo principi costruttivi specifici per evitare deformazioni e imprecisioni. Lo sviluppo dei materiali per stratificazione, in particolare le ceramiche feldspatiche, rese ancora più rilevanti negli anni questi aspetti tecnici, spostando progressivamente il favore di clinici e tecnici verso preparazioni con margine orizzontale¹¹.

All'inizio degli anni Ottanta, una maggiore ricerca di estetica dentale assieme allo sviluppo di ceramiche con caratteristiche estetiche sempre migliori, in particolare per elementi singoli in area estetica, evidenzia il limite della necessità di avere un bordino metallico per ottenere una valida chiusura su una preparazione verticale. A questo periodo risalgono molte delle critiche al concetto di chiusura verticale, in particolare contenute in un articolo classico di McLean e Wilson del 1980¹¹.

Sempre a questo periodo risalgono molti dei giudizi espressi in ampia parte della letteratura nordamericana ed europea, che giudica la preparazione verticale come metodica obsoleta quando non potenzialmente dannosa. È importante ricordare come molte di queste critiche fossero associate per lo più a procedure non corrette e a pregiudizi non documentati da dati clinici. Come già sottolineato, oggi tutte queste critiche risultano non sostenute dalle evidenze disponibili. L'utilizzo di preparazioni verticali è considerato totalmente compatibile con la salute parodontale³.

Negli anni Ottanta-Novanta e all'inizio del secolo, la letteratura internazionale disponibile sulle preparazioni verticali è limitata a situazioni di denti con gravi compromissioni parodontali, in genere in protesi fisse estese e in condizioni di minor richiesta estetica, come i casi clinici caratterizzati da perdita notevole del supporto parodontale^{4,5}.

Da questo punto di vista, per molti anni, la preparazione verticale è stata poco conosciuta dalla maggioranza dei clinici e considerata da pochi quasi esclusivamente una preparazione specifica per elementi dentali gravemente compromessi in condizioni cliniche di pazienti con problematiche parodontali severe.

Confinata in questo ambito, la tecnica di preparazione verticale è arrivata grosso modo fino all'inizio degli anni

Duemila. Il giudizio prevalente del mondo protesico internazionale a quel tempo può essere sintetizzato in una valutazione su vantaggi ("è una preparazione molto conservativa del dente") e svantaggi ("non offre spazio adeguato ai margini, per cui risulta in ingombri eccessivi nella zona marginale, esteticamente sgradevoli e potenzialmente dannosi"), con una prevalenza degli svantaggi.

Nei primi anni Duemila, la comparsa sul mercato delle prime zirconie¹² modifica questa percezione storica: l'eliminazione del metallo e la possibilità di realizzare chiusure sottili in materiale ceramico dotato di caratteristiche meccaniche del tutto nuove determina importanti cambiamenti. Si può dire che la zirconia come materiale ha dato nuova visibilità alle preparazioni di tipo verticale anche al di fuori dell'ambito più ristretto della cosiddetta perio-protesi. La possibilità di applicare concetti di forma molto simili a quelli utilizzati con la metallo-ceramica anche con le ceramiche su zirconia ha reso disponibile la modalità di preparazione verticale in situazioni con esigenze estetiche molto più rilevanti che in passato.

TERMINOLOGIA

La definizione di "verticale" riferita alla geometria dei margini è piuttosto variabile nel tempo e nella terminologia utilizzata. Per ragioni storiche e geografiche molti termini sono stati utilizzati in modo indistinto o attribuendo ad essi significati non condivisi e a volte contraddittori. In Italia le locuzioni più associate alla preparazione verticale sono state "a finire" e "a lama di coltello", grosso modo traduzione dell'anglosassone feather edge e knife edge. I due termini sono stati utilizzati come sovrapponibili o con differenze minime.

Alla ricerca di una standardizzazione internazionale può essere utile, ai fini classificativi, fare ricorso alla definizione presente a partire dalla nona edizione del *The Glossary of Prosthodontics Terms* (GPT-9)¹³, redatto dalla *Academy of Prosthodontics* e pubblicato dal *Journal of Prosthetic Dentistry* che per età, autorevolezza e indici bibliometrici, è la rivista internazionale più importante nel mondo della protesi. La *Academy of Prosthodontics* è una delle tre società fondatrici del *Journal of Prosthetic Dentistry*, raccoglie al suo interno su invito i principali protesisti del mondo e cura dagli anni Cinquanta le edizioni del *Glossary*.

Nel 2023, la decima edizione del *Glossary* (GPT-10)¹⁴, in continuità con la nona edizione, presenta due definizioni relative a margini di tipo verticale: feather edge e knife edge. In precedenza queste definizioni erano assenti. È importante chiarire come, dal punto di vista clinico, la distinzione tra le due tipologie di margine possa essere piuttosto sfumata in molte situazioni, ma è necessario ai fini concettuali averne presente le diverse caratteristiche:

- **feather edge finish line:** the demarcation between prepared and unprepared tooth structure created by minimal tooth preparation without a defined visible line of reference for the cavosurface finish line such as a shoulder or chamfer finish line; comp, KNIFE-EDGE FINISH LINE;
- **knife edge finish line:** a clearly defined junction of prepared and unprepared tooth structure that lacks a concavity at the gingival termination; comp, BEVELED SHOULDER FINISH LINE, CHAMFER FINISH LINE, FEATHER EDGE, SHOULDER FINISH LINE.

La traduzione testuale delle due definizioni è la seguente:

- **fine preparazione a finire:** è la demarcazione tra la struttura dentale preparata e quella non preparata creata da una preparazione dentale minimale senza una linea di riferimento visibile definita, a differenza delle superfici con concavità visibile quali spalle o chamfer; confronta con FINE PREPARAZIONE A LAMA DI COLTELLO;
- **fine preparazione a lama di coltello:** è una demarcazione nettamente definita tra la struttura dentale preparata e quella non preparata, priva di concavità a livello del margine gengivale; confronta con FINE PREPARAZIONE A SPALLA BISELLATA, FINE PREPARAZIONE A CHAMFER, FINE PREPARAZIONE A FINIRE, FINE PREPARAZIONE A SPALLA.

La distinzione che il *Glossary* pone è relativa in sostanza all'assenza di una linea di demarcazione ben distinguibile tra la preparazione feather edge e la preparazione knife edge. In pratica, nel secondo caso la definizione implica la distinguibilità di un angolo tra la superficie della porzione di dente preparata e quella non preparata, esattamente come avviene per le preparazioni a spalla e a chamfer, con la differenza che la superficie preparata non presenta alcun tipo di concavità rispetto alla linea di demarcazione.

In sintesi, una preparazione feather edge rimuove porzioni coronali di dente senza definire alcun margine visibile, mentre una preparazione knife edge definisce un margine in modo visibile.

Convenzionalmente entrambe le preparazioni sono definite come “preparazioni verticali”, e spesso in passato i termini sono stati utilizzati in modo indistinto.

Sempre nella lingua inglese sono stati impiegati negli anni termini quali *vertical prep*, *shoulderless prep*, *slice prep*, che risultano essere meno specifici delle caratteristiche morfologiche.

In italiano, come già detto, la traduzione di feather edge e knife edge è stata generalmente quella dei termini “preparazione a finire” e “lama di coltello”. Come per l'inglese, anche in questo caso i due termini sono stati utilizzati in modo piuttosto indistinto.

Negli anni recenti il successo clinico della metodica definita come “Biologically Oriented Preparation Technique” (BOPT)¹⁵, ha reso popolare anche questo termine. Facendo riferimento alla descrizione della metodica, la tecnica si configura morfologicamente come una preparazione di tipo feather edge, con una serie di aspetti clinici e di laboratorio specifici, per cui la specifica di BOPT è indice di una procedura piuttosto che di una conformazione geometrica del margine¹⁵. Analogamente all'acronimo BOPT, è stato introdotto più recentemente l'acronimo VEP (Vertical Edgeless Preparation)¹⁶, il quale fa riferimento a una procedura piuttosto che a una specifica geometria e, analogamente al precedente, si configura morfologicamente come una preparazione di tipo feather edge.

La definizione ufficiale di feather edge del *Glossary* è dunque attualmente il termine classificativo più appropriato per quella che in generale viene considerata una “preparazione verticale”. La caratteristica precipua di questa preparazione evidenziata dal *Glossary* è l'assenza di una linea di finitura definita. Il termine feather edge inoltre non implica alcuna specifica modalità di gestione dei tessuti o dei provvisori, ma classifica esclusivamente la geometria del margine.

In questo senso, all'interno del testo sarà utilizzata sempre come riferimento la voce feather edge del GPT-10, la cui traduzione comunemente accettata è per tradizione “preparazione a finire”; pertanto, utilizzando il termine italiano faremo riferimento esattamente a quanto descritto dal *Glossary*.

Al di là delle disquisizioni semantiche, l'aspetto più rilevante di una preparazione di tipo verticale è l'assenza di una linea di finitura, sostituita da una superficie di chiusura sulla quale il restauro andrà a porsi con una conformazione a sbalzo, che è esattamente quella che si associa al termine feather edge utilizzato in architettura o come descrizione anatomica. La conformazione dei margini di piuma ha esattamente questa caratteristica: la presenza di uno “sbalzo” aggettante verso l'esterno rispetto allo strato sottostante. In questo senso la peculiarità di questa preparazione è tutta qui: nell'inevitabilità di uno “sbalzo” rispetto alla parete assiale del dente.

Come già sottolineato, questo tipo di preparazione è nato con i restauri metallici. È piuttosto intuitivo che non è possibile con le classiche ceramiche feldspatiche realizzare margini a finire; inoltre, considerando l'assenza di uno spazio concavo definito dal margine della fresa in un chamfer o una spalla, è ovvio che non sia gestibile lo spessore sovrapposto di metallo, opaco, ceramica.

Per questo motivo, tradizionalmente la preparazione a finire ha mostrato una limitazione di natura estetica: la presenza di un margine metallico visibile, riducibile anche a 0,3-0,2 mm, ma a vista. Il posizionamento iuxtagengivale del margine nel solco ha normalmente consentito un'estetica accettabile.

In anni recenti la disponibilità di materiali ceramici con caratteristiche meccaniche di estrema resistenza ha dunque riaperto l'interesse verso questo tipo di preparazione. La realizzazione di margini a finire in zirconia, eliminando sostanzialmente la visibilità del metallo, ha consentito dapprima la realizzazione di corone in zirconia-ceramica con caratteristiche estetiche superiori alle metallo-ceramiche, in seguito l'avvento di zirconie monolitiche multistrato ha consentito la realizzazione di restauri con ottima efficienza ed elevata estetica.

Evoluzione dei materiali utilizzati per restauri con preparazioni verticali

DALLA METALLO-CERAMICA ALLA ZIRCONIA-CERAMICA

L'avvento della zirconia da un lato ha reso disponibile per i clinici e i tecnici un materiale alternativo al metallo per robustezza e lavorabilità in spessori adeguati, dall'altro è stato uno dei primi passi nella direzione della digitalizzazione del flusso di lavoro.

La zirconia è stata associata all'utilizzo di preparazioni feather edge a partire dai primi anni Duemila.

I primi studi clinici e sperimentali che hanno iniziato a valutare la zirconia su preparazioni a finire sono stati pubblicati dal 2008. Alcuni Autori hanno presentato dati clinici iniziali^{6,17,18}, altri studi hanno valutato in vitro le caratteristiche meccaniche e di chiusura marginale della zirconia¹⁹⁻²¹. In entrambi i casi, i dati sia clinici sia sperimentali sono risultati promettenti.

Inizialmente la necessità di modellare in modo adeguato la zirconia a sostenere la stratificazione in ceramica è stata problematica, considerando i limiti dei primi software di progettazione che permettevano di sviluppare esclusivamente cappette da ceramizzare, senza consentire lo sviluppo di adeguate strutture di sostegno. Questo ha determinato problemi iniziali di fallimento (chipping) attribuiti erroneamente al materiale zirconia anziché alla mancanza di supporto della ceramica utilizzata per la

stratificazione²². La disponibilità di software con capacità di sviluppo della morfologia della zirconia ha portato piuttosto rapidamente alla realizzazione di dispositivi con forma adeguata.

In questo senso la conformazione del bordino della zirconia, con la caratteristica struttura a sezione triangolare, ha consentito, analogamente a quanto veniva fatto da anni con le strutture in metallo, di ottenere una buona robustezza. Allo stesso modo la realizzazione di adeguato sostegno nelle aree interprossimali ha permesso di ottenere percentuali di complicanze per chipping del tutto sovrapponibili a quelle della metallo-ceramica (Figg. 1.1-1.3).

Un altro aspetto inizialmente critico della realizzazione di restauri in ceramica su zirconia è stata la diversità di comportamento termico rispetto alla metallo-ceramica. È stata necessaria una fase di apprendimento di queste caratteristiche nei laboratori per fare accettare protocolli e procedure specifiche di cottura e raffreddamento, differenti rispetto alle prassi quotidiane in uso per la metallo-ceramica. Si potrebbe dire che la ceramica su zirconia ha cessato di essere un problema nel momento in cui è stata trattata come un metallo per la progettazione e diversamente dal metallo per la gestione termica. L'alta frequenza di chipping riferita da alcuni Autori nei primi anni è stata determinata presumibilmente appunto dall'aver trattato la zirconia come un metallo per la gestione termica e diversamente dal metallo per la progettazione.

Se il follow up di casi in metallo-ceramica su preparazioni verticali arriva ormai a parecchi decenni ed evidenzia eccezionale stabilità dei tessuti, il follow up di restauri su preparazioni feather edge in zirconia-ceramica è comunque ormai vicino ai venti anni, con percentuali di successo analoghe a quelle della metallo-ceramica.



Figura 1.1 ● Cappette in zirconia per corone in ceramica su zirconia con preparazioni a finire (2008). La zona marginale è modellata in analogia a quanto tradizionalmente fatto con il metallo in queste stesse situazioni.



Figura 1.2a-b • Corone in ceramica su zirconia su preparazioni a finire sugli elementi 26 e 27 (2008). Cappette Struttura ZR, ceramica CERABIEN™ ZR di Kuraray Noritake.



Figura 1.3a-b • Controllo a 15 anni (2023).



CASO CLINICO 1.1

FULL MOUTH REHAB IN METALLO-CERAMICA

La paziente si presenta nel 1998 per il rifacimento di alcuni vecchi lavori protesici e per la gestione di problemi parodontali. La terapia prevede la realizzazione di protesi in metallo-ceramica su preparazioni a finire. Nel 2019, a causa di alcuni problemi a monconi adiacenti, il lavoro ha subito una decementazione. Dopo ricementazione a distanza di 25 anni la situazione clinica è stabile, in particolar modo i tessuti molli.



Figura 1 • Monconi protesici preparati in una paziente parodontale prima della cementazione di una protesi fissa in metallo-ceramica su preparazioni a finire (settembre 1999).

► seguito Caso clinico 1.1



Figura 2 ● Protesi in metallo-ceramica su preparazioni a finire, controllo dopo cementazione.



Figura 3a-b ● a) Decementazione a 21 anni dalla cementazione dell'arcata superiore. b) Vista oclusale. Da notare la stabilità dei tessuti attorno alle preparazioni a finire a lungo termine.



Figura 4 ● Follow up a 25 anni. La protesi superiore in metallo-ceramica è stata ricementata dopo una decementazione a 21 anni di follow up.



CASO CLINICO 1.2

FULL MOUTH REHAB IN CERAMICA SU ZIRCONIA

La paziente si presenta nel 2008 per il rifacimento di vecchi lavori protesici e la gestione di alcune problematiche muco-gengivali. Il trattamento è stato condotto con zirconia-ceramica su preparazioni a finire. Follow up avvenuto nel 2023, a 15 anni di distanza.

Da notare che, rispetto alla situazione iniziale di molteplici chipping delle corone in metallo-ceramica, a distanza di 15 anni la paziente non presenta problemi di chipping.



Figura 1a-b • Situazione clinica iniziale (2008). **a)** Presenza di restauri in metallo-ceramica sugli elementi dell'arcata superiore e sugli elementi posteriori dell'arcata inferiore. **b)** Visione occlusale.



Figura 2a-b • Prova delle cappette in zirconia per corone singole. La morfologia delle cappette fornisce supporto alla ceramica per stratificazione esattamente come una struttura in metallo per metallo-ceramica. Cappette ZR Lava, stratificazione ceramica CERABIEN™ ZR di Kuraray Noritake.

► seguito Caso clinico 1.2



Figura 3 ● Le corone in ceramica stratificata su zirconia pronte per la cementazione.



Figura 4 ● Particolare della stratificazione in ceramica su zirconia.



Figura 5a-b ● Corone singole in ceramica stratificata su zirconia su preparazioni a finire, controllo post cementazione (2008). Cappette ZR Lava, stratificazione ceramica CERABIEN™ ZR di Kuraray Noritake.



Figura 6a-b ● Follow up a 15 anni (2023). Assenza di complicanze biologiche o biomeccaniche. Il supporto alla ceramica fornito dalla zirconia adeguatamente sviluppata consente di contenere i rischi di chipping in misura del tutto sovrapponibile a quelli della metallo-ceramica.

DALLA ZIRCONIA-CERAMICA ALLA ZIRCONIA MONOLITICA

A partire dal 2012 si sono rese disponibili le prime zirconie monolitiche. Questi materiali hanno consentito per la prima volta la realizzazione di corone complete all'interno di una produzione completamente digitalizzata. Questo passaggio ha reso una serie di criticità nella progettazione delle strutture in zirconia del tutto secondarie, eliminando la necessità di strutture di supporto per la stratificazione.

L'adozione di un materiale monolitico si è inizialmente inserita all'interno di una modalità di gestione clinica e tecnica del tutto sovrapponibile al flusso di lavoro sviluppato nei decenni precedenti. La gestione delle impronte, la gestione delle fasi di ceratura del modello per la riproduzione della porzione intrasulculare e della posizione più apicale del restauro sono state in tutto identiche. Ovviamente è venuta meno la necessità di sviluppare tramite cut-back la struttura del restauro.



CASO CLINICO 1.3

FULL MOUTH REHAB IN CERAMICA SU ZIRCONIA E IN ZIRCONIA MONOLITICA

La paziente si presenta nel 2013 con una infiltrazione di numerosi elementi protesizzati in passato. È stato programmato un ritrattamento protesico con recupero degli elementi compromessi tramite chirurgia di allungamento di corona clinica e ritrattamento endodontico.

In considerazione della situazione estetica all'epoca del trattamento (2013) sono state realizzate corone in ceramica su zirconia nei settori anteriori e in zirconia monolitica nei settori posteriori. L'elemento 23 naturale è stato gestito tramite un restauro adesivo. A distanza di 10 anni (2023) la situazione clinica è molto stabile. L'utilizzo di corone monolitiche nei settori posteriori riduce ulteriormente il rischio di chipping.



Figura 1 • Paziente con pregresso trattamento in metallo-ceramica con problemi di infiltrazione a carico di numerosi elementi.



Figura 2 • Situazione clinica al momento della rimozione delle vecchie corone. Sono stati programmati ritrattamenti e recuperi tramite intervento di allungamento di corona clinica degli elementi anteriori.

► seguito Caso clinico 1.3



Figura 3 ● Al termine della fase di terapie endodontiche e chirurgiche sono state realizzate corone in ceramica stratificata su zirconia nei settori anteriori, unite da 13 a 22, e corone in zirconia monolitica nei settori posteriori. Fase clinica di prova delle strutture anteriormente e delle corone monolitiche posteriormente.



Figura 4a-b ● Le corone in ceramica su zirconia al momento della cementazione. Nei settori posteriori le corone in zirconia monolitica sono già in situ. Struttura anteriore Lava ZR, ceramizzazione CERABIEN™ ZR di Kuraray Noritake, corone posteriori monolitiche KATANA™ Zirconia ML.



Figura 5 ● Follow up a 10 anni (2023). Stabilità dei tessuti molli e assenza di chipping nei settori posteriori (corone monolitiche singole) e nei settori anteriori (protesi di cinque elementi su struttura in zirconia stratificata con ceramica feldspatica).

**CASO CLINICO 1.4****FULL MOUTH REHAB IN ZIRCONIA MONOLITICA**

Il paziente si presenta nel 2015 con la richiesta di un miglioramento estetico e la necessità di terapia protesica nei settori posteriori causa il fallimento di protesi pregresse. Valutando sia la situazione strutturale degli elementi dentali presenti, con esposizione di ampie aree di dentina, sia la necessità di ricostruire in senso tridimensionale gran parte dei volumi di tutti gli elementi dentali con un aumento della dimensione verticale, si è optato per la realizzazione di corone complete. In considerazione della omogeneità estetica consentita dalla protesizzazione di più elementi si è scelto come materiale zirconia monolitica multistrato.

Follow up avvenuto nel 2023, a 8 anni di distanza. In considerazione del grado di usura estremamente elevato della dentatura del paziente, la scelta di un materiale interamente monolitico, senza problematiche associate a contatti striscianti su superfici stratificate, è piuttosto promettente.



Figura 1 • Situazione clinica iniziale: estrema usura a carico di tutti gli elementi dentali, con necessità di rifacimento dei settori posteriori per problemi a carico di terapie protesiche pregresse e richiesta di miglioramento estetico.



Figura 2 • Preparazioni protesiche a finire, controllo a 2 settimane dalla preparazione e applicazione dei provvisori su entrambe le arcate.



Figura 3 • Prova dei monolitici multistrato grezzi. Anteriormente sono stati utilizzati elementi in zirconia cubica ad alta trasparenza (KATANA™ Zirconia UTML), posteriormente a media trasparenza (KATANA™ Zirconia STML).



Figura 4 • Le corone in zirconia monolitica al termine della fase di laboratorio. Morfologia occlusale. Lucidatura manuale e minima caratterizzazione.



Figura 5 • Le corone in zirconia monolitica al termine della fase di laboratorio. Lucidatura manuale e minima caratterizzazione.

► seguito Caso clinico 1.4



Figura 6a-c ● Corone in zirconia monolitica multistrato (anteriormente, da canino a canino KATANA™ Zirconia UTML, posteriormente KATANA™ Zirconia STML), controllo post cementazione. **a)** Visione frontale. **b)** Lato destro. **c)** Lato sinistro.



Figura 7a-c ● Corone in zirconia monolitica multistrato, follow up a 8 anni. Nonostante le caratteristiche occlusali di partenza e la presenza di un elevato grado di abrasione della dentatura naturale, il paziente non ha presentato alcuna complicanza biomeccanica (chipping). **a)** Visione frontale. **b)** Lato destro. **c)** Lato sinistro.

DALLA ZIRCONIA MONOLITICA ALLA ZIRCONIA MONOLITICA FULL DIGITAL

La contemporanea disponibilità di materiali monolitici e di sistemi di scansione digitali estremamente performanti ha consentito la gestione clinica e tecnica di terapie protesiche anche complesse all'interno di un flusso di lavorazione totalmente digitalizzato, dall'acquisizione intraorale alla finalizzazione del dispositivo protesico. I vantaggi associati a un flusso che semplifica eliminando molti passaggi manuali sono decisamente consistenti, in particolar modo evidenziabili nelle terapie più complesse.

Oltre ai vantaggi di un materiale con caratteristiche meccaniche ed estetiche adeguate, i benefici del flusso digitale sono particolarmente evidenti nella gestione occlusale di riabilitazioni complete. L'esperienza clinica e tecnica mostra una riduzione dei margini di approssimazione nel controllo dei contatti occlusali totalmente irraggiungibile in precedenza con i sistemi in uso per le tradizionali metodiche protesiche. È esperienza comune come nel passaggio da flussi analogici su metallo-ceramica, anche associati a metodiche di estrema precisione occlusale, a flussi totalmente digitali si verifichi una corrispondenza tra quanto rilevato in bocca al paziente e quanto realizzato in laboratorio estremamente più efficiente che in passato.

**CASO CLINICO 1.5****FULL MOUTH REHAB TOTALMENTE MONOLITICA IN FLUSSO DIGITALE**

Il paziente si è presentato nel 2018 per sintomatologia dolorosa di origine dentale. Affianco all'esigenza acuta, ha richiesto una valutazione finalizzata a un ripristino degli elementi dentali persi in precedenza e un miglioramento dell'estetica del sorriso, penalizzata da un esteso grado di usura dentale. In considerazione delle esigenze di terapia sono state realizzate corone su denti e impianti e restauri di tipo adesivo sull'arcata inferiore. Il follow up è avvenuto nel 2023 (a 5 anni dal trattamento).



Figura 1a-d • Situazione clinica iniziale: edentulia parziale nei settori posteriori, presenza di radici non recuperabili, usura dentale generalizzata. Il paziente si è presentato per sintomatologia dolorosa a carico di alcuni elementi, e contemporaneamente ha richiesto la definizione di un piano di terapia di tipo estetico-riabilitativo. **a)** Visione frontale. **b)** Arcata superiore. **c)** Arcata inferiore. **d)** Sorriso.

► seguito Caso clinico 1.5



Figura 2 ● Preparazioni a finire nell'arcata superiore.



Figura 3 ● Scansione per flusso interamente digitale.



Figura 4 ● Particolari della fase di progettazione dei restauri definitivi.



Figura 5a-b ● Situazione clinica a fine terapia. Nell'arcata superiore sono state realizzate corone in zirconia monolitica multistrato cubica nel gruppo frontale (KATANA™ Zirconia UTML), tetragonale nei settori posteriori su denti e impianti (KATANA™ Zirconia STML).
a) Visione frontale. b) Sorriso.



Figura 6 ● Follow up a 5 anni. Il paziente presenta una buona stabilità dei tessuti molli e assenza di ogni complicanza biomeccanica e/o biologica.

**CASO CLINICO 1.6****FULL MOUTH REHAB MONOLITICA CON MICROSTRATIFICAZIONE**

La paziente si è presentata in studio nel 2022, insoddisfatta per un trattamento pregresso. In considerazione della situazione clinica (presenza di protesi provvisoria estesa su tutta l'arcata superiore) si è optato per la realizzazione di corone singole in zirconia monolitica nei settori posteriori e corone splintate nella zona anteriore, per stabilizzare la posizione di elementi trattati in precedenza ortodonticamente. Nel settore anteriore è stata effettuata una microstratificazione delle corone monolitiche.



Figura 1 • Situazione clinica in prima visita. Presenza di protesi provvisoria a carico di tutti gli elementi dell'arcata superiore di forma giudicata non soddisfacente da parte della paziente. Le forme del provvisorio risultano molto allungate rispetto all'estetica del viso e poco definite nelle linee di transizione.



Figura 2 • È stata rilevata una dimensione verticale leggermente ridotta per consentire di riproporzionare il volume degli elementi protesici.



Figura 3 • Nuovo provvisorio in PMMA. La riduzione della dimensione verticale ha consentito una migliore definizione delle forme.



Figura 4 • Le preparazioni pronte per le impronte definitive. Tecnica con un filo.

► seguito Caso clinico 1.6



Figura 5 ● Morfologia delle corone monolitiche dei settori posteriori.



Figura 6 ● Realizzazione di corone singole in zirconia monolitica nei settori posteriori e di una protesi di 6 elementi nel settore anteriore per stabilizzare gli elementi coinvolti in un precedente trattamento ortodontico. Gli elementi anteriori sono stati realizzati in zirconia monolitica (KATANA™ Zirconia YML) con microstratificazione vestibolare.



Figura 7a-b ● Situazione clinica a 2 anni dalla cementazione delle corone definitive in zirconia monolitica multistrato. **a)** Lato destro. **b)** Lato sinistro.

Aspetti tecnici contemporanei nella realizzazione del margine in flusso digitale

La realizzazione di margini protesici su preparazioni prive di linea di finitura è storicamente associata a modalità tecniche di lavoro estremamente importanti e specifiche per questo tipo di preparazione. In questo senso, il know

how tipico associato alle preparazioni di tipo orizzontale utilizzato per realizzare restauri su preparazioni verticali ha spesso determinato errori e fallimenti. Tradizionalmente il flusso analogico per la realizzazione di margini da fusione ha dunque richiesto accorgimenti specifici per la modellazione in cera, per la rifinitura, per la ceramizzazione. Queste procedure tecniche si sono progressivamente trasformate nei vari passaggi, da metallo-ceramica a zirconia-ceramica, fino alla gestione digitale.

Il primo aspetto tecnico rilevante nella gestione delle fusioni è stata la procedura di ceratura del solco. La necessità di riprodurre da un lato il solco gengivale e dall'altro di seguire fedelmente l'andamento del margi-

ne della superficie dentale preparata ha reso necessaria una procedura specifica in due fasi distinte. Dapprima si è provveduto alla riproduzione in cera della porzione di solco; successivamente, dopo rimozione di un'iniziale cappetta in cera molto rigida, la parte del modello che riproduce i tessuti viene rimossa e si procede alla cosiddetta solcatura del moncone (*ditching*). Rispetto alla gestione delle preparazioni a chamfer o spalla, la procedura di ceratura dei monconi prevede la realizzazione di una solcatura utilizzata per poter verificare la chiusura marginale sulla parete verticale del moncone e per raccordare con una spatola la zona di chiusura più apicale del restauro. In pratica, per poter da un lato riprodurre il solco e i rapporti con i tessuti parodontali, dall'altro ottenere precisione marginale, la ceratura classica prevedeva una fase preliminare di ceratura del solco con cere particolarmente resistenti, che poi venivano rimosse e riposizionate dopo la realizzazione del *ditching*. Queste procedure sono rimaste sostanzialmente in-

riate nel passaggio da metallo-ceramica a zirconia-ceramica, essendo la realizzazione dei modelli rimasta del tutto sovrapponibile.

Nel passaggio da zirconia-ceramica a zirconia monolitica, la modalità di gestione del solco è sostanzialmente invariata, anche se è venuta meno la necessità di rispettare alcune informazioni marginali legate allo sviluppo della struttura del substrato.

Il cambiamento rilevante è stato quello associato alla gestione di zirconia monolitica tramite flusso interamente digitale. Sia il *ditching* che la ceratura preliminare del solco sono infatti trasformati nel flusso digitale.

L'equivalente della ceratura preliminare nel solco, procedura che consentiva di conservare le informazioni di volume prima della rimozione del gesso per il *ditching*, è oggi il riempimento virtuale dello spazio del solco. Il negativo del solco viene così trasformato nel positivo del volume della corona (Figg. 1.4-1.9). È importante sottolineare come la definizione della superficie di chiusura del

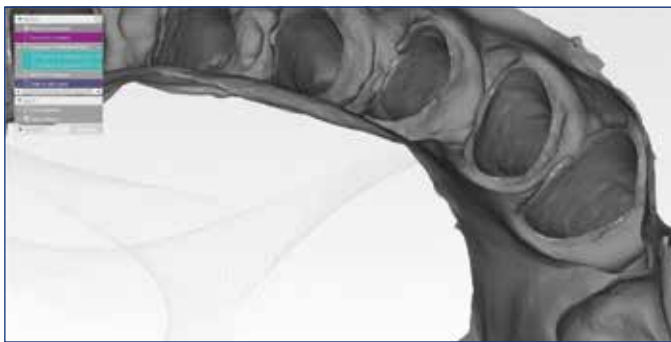


Figura 1.4 • Impronta digitale dove si nota come la parte più apicale rilevata sia molto irregolare.

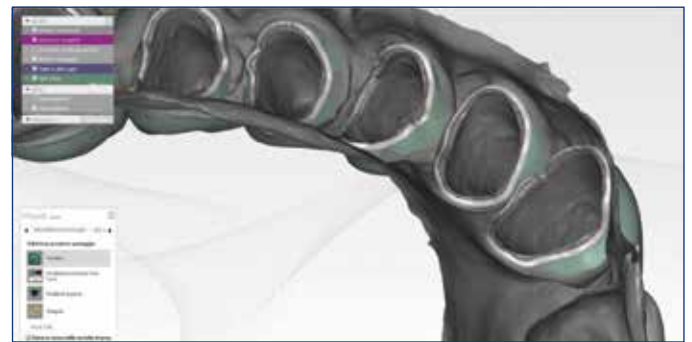


Figura 1.5 • Anche cercando di individuare il punto ideale dove finirà il margine della corona, spesso alcuni dettagli sono difficilmente apprezzabili.

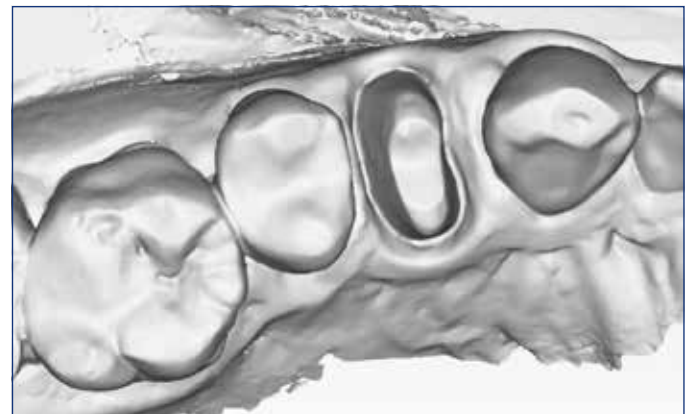


Figura 1.6 • Impronta da scansione su preparazione verticale.

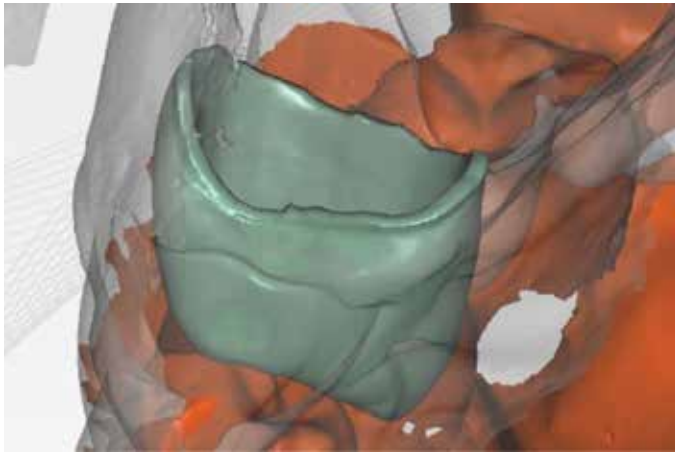


Figura 1.7 ● Trasformazione in positivo del volume negativo del solco gengivale. Il vuoto del solco sarà trasformato nel pieno del margine della corona protesica.

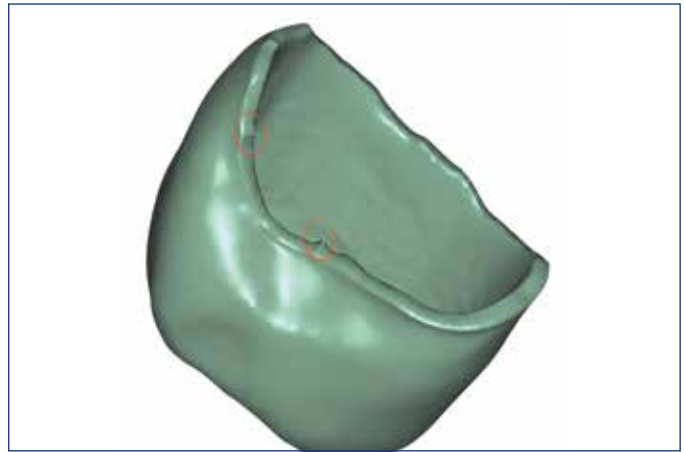


Figura 1.8 ● La struttura iniziale della corona protesica presenterà irregolarità verticali e orizzontali, analogamente a quanto rilevabile in un'impronta fisica del solco. Tali irregolarità nelle misure maggiori potranno essere ridotte in fase di progettazione, mentre la rifinitura potrà avvenire a partire dalla struttura in zirconia.

margine avvenga in questa fase; si sta parlando di una banda circonferenziale di circa 2 mm di ampiezza, tra la periferia del moncone e l'interno della corona (Fig. 1.9). Il volume del solco, trasformato in positivo nella struttura della corona, risulterà facilmente in eccesso, sia in senso verticale, in particolare a causa di piccole irregolarità, analoghe a quanto riscontrato su un'impronta fisica, sia in senso trasversale. Tale volume risulterà in eccesso e sarà rifinito nelle fasi successive, prima accorciando, poi assottigliando il margine secondo necessità (Figg. 1.10-1.21).

La creazione dello spazio del *ditching*, un solco apicale alla porzione di dente rilevata dall'impronta, che era necessario per poter rifinire con una spatola la porzione più apicale della chiusura del restauro, diventa nel flusso digitale un passaggio superfluo.

Il riferimento della porzione più apicale del moncone da leggere nell'impronta può diventare in digitale il filo retrattore, ben visibile in particolare sulle scansioni a colori. La possibilità di lucidare i margini in zirconia senza alterare i parametri geometrici della chiusura rende possibile la realizzazione di flussi di lavoro anche model free, unica tra tutte le modalità di preparazione. Infatti, se per una corona con margine a chamfer o a spalla la gestione del profilo richiede necessariamente una riproduzione fisica del moncone, laddove avviene la rifinitura, in presenza di una chiusura verticale a finire è possibile modificare in fase di prova e consegna i parametri di lunghezza e profilo di emergenza anche senza il ricorso a un modello fisico.

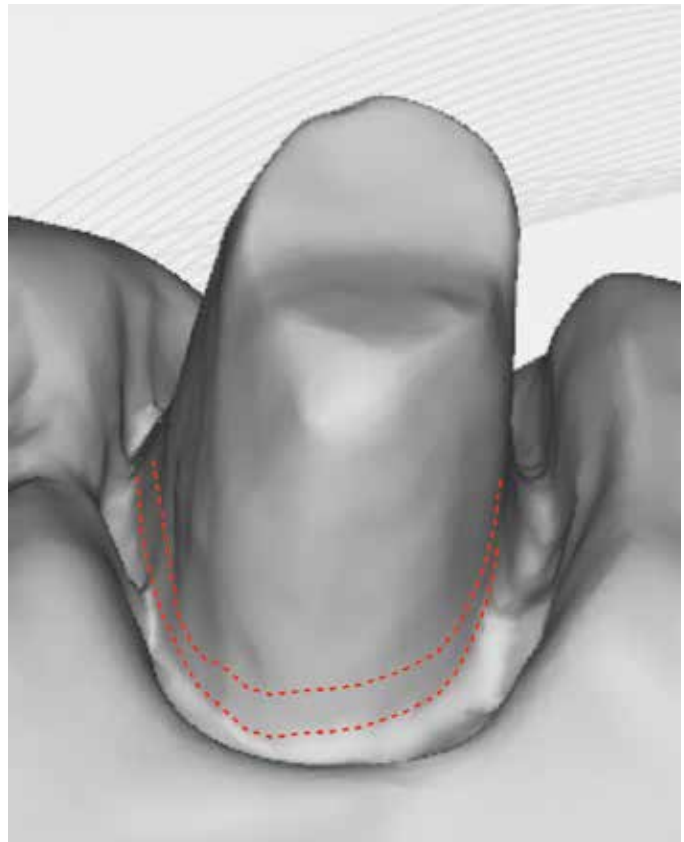


Figura 1.9 ● Definizione della zona di massimo fitting marginale, una banda di circa 2 mm di altezza, circonferenziale alla porzione più apicale della preparazione. I parametri di progettazione saranno settati per definire questa area di sigillo marginale.

Figura 1.10a-b • Strutture in zirconia con il margine a tutto spessore (il volume complessivo e lo spessore del margine sono in questo caso accentuati per motivi didattici).

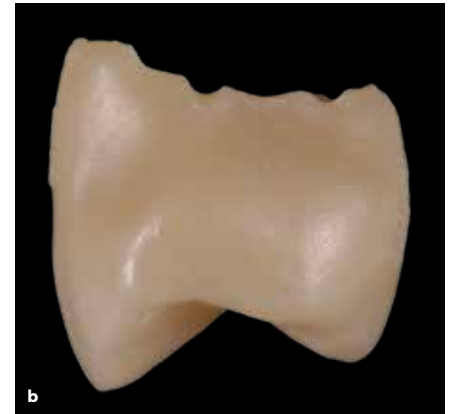


Figura 1.11a-b • Evidenziazione dello spessore del margine dopo la prima fase di rifinitura (in direzione verticale).



Figura 1.12 • Preservazione della banda di chiusura marginale sulla superficie interna del restauro. Questa zona di massimo fit marginale non sarà alterata da alcuna manovra di rifinitura del margine.



Figura 1.13 • Rifinitura/accorciamento del margine, a eliminare irregolarità in senso verticale.

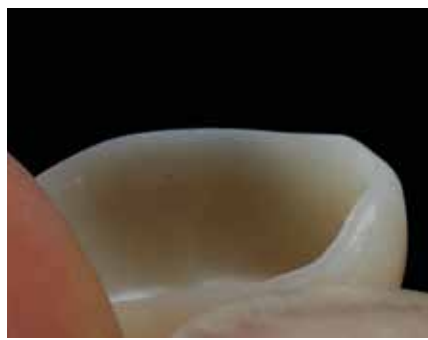


Figura 1.14 • Rifinitura/assottigliamento del margine in senso orizzontale.



Figura 1.15 • Il margine del restauro dopo rifinitura/accorciamento e rifinitura/assottigliamento in senso orizzontale. Questo è lo spessore finale del restauro, prima della consegna per la cementazione. Le ultime fasi di rifinitura potranno comunque avvenire durante la fase di consegna, alla luce della prova clinica.



Figura 1.16a-b ● Rifinitura della zirconia prima della sinterizzazione.



Figura 1.17 ● Corona rifinita prima della sinterizzazione.

Figura 1.18 ● Corona sinterizzata.

Figura 1.19 ● Lucidatura meccanica.



Figura 1.20a-b ● a) Corona lucidata meccanicamente. b) Corona lucidata con minime caratterizzazioni occlusali.

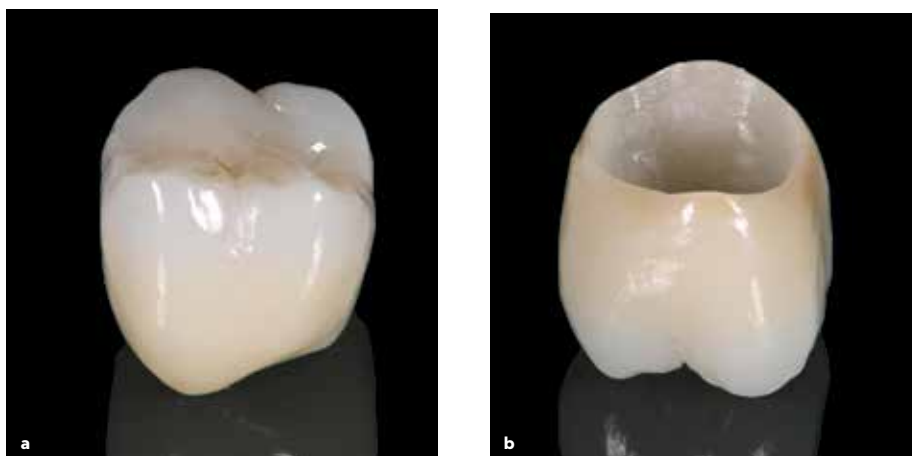


Figura 1.21a-b • Corona in zirconia monolitica multistrato su preparazione a finire.

L'utilizzo di frese diamantate a grana fine e di gomme per zirconia consente di ottenere un margine estremamente ben rifinito. Le caratteristiche di biocompatibilità della zirconia lucidata sono state evidenziate in numerosi studi clinici, sia per corone su denti sia per restauri implantari. È piuttosto evidente come un materiale ceramico compatto e omogeneo risulti estremamente ben tollerato rispetto a strati sovrapposti di metallo, opaco, ceramica, glasure, doratura.

Altra caratteristica della zirconia monolitica è che, se lucidata a specchio con gomme diamantate e spazzolini con apposite paste diamantate, si è rivelata il materiale ceramico con il minor grado di usura dei denti antagonisti. La grande compattezza della superficie lucidata, oltre a questo importante aspetto, ha dimostrato che anche nel rapporto con i tessuti sono stati osservati benefici per la bassissima ritenzione di placca.

BIBLIOGRAFIA

1. Rosenstiel SF, Land MF, Walter R. Contemporary fixed prosthodontics. 6th Edition. Elsevier; 2022.
2. Poggio CE, Ercoli C, Rispoli L, et al. Metal-free materials for fixed prosthodontic restorations. Cochrane Database Syst Rev. 2017;12(12):CD009606.
3. Ercoli C, Tarnow D, Poggio CE, et al. The relationships between tooth-supported fixed dental prostheses and restorations and the periodontium. J Prosthodont. 2021;30(4):305-317.
4. Di Febo G, Carnevale G, Sterrantino SF. Treatment of a case of advanced periodontitis: clinical procedures utilizing the "combined preparation" technique. Int J Periodontics Restorative Dent. 1985;5(1):52-62.
5. Carnevale G, Di Febo G. A retrospective analysis of the perio-prosthetic aspect of teeth re-prepared during periodontal surgery. J Clin Periodontol. 1990;17(5):313-316.
6. Poggio CE, Dosoli R, Ercoli C. A retrospective analysis of 102 zirconia single crowns with knife-edge margins. J Prosthet Dent. 2012;107(5):316-321.
7. Poggio CE, Bonfiglioli R, Dosoli R. A patient presentation: planning and executing a difficult case in a full digital workflow. J Esthet Restor Dent. 2021;33(1):135-142.
8. Smith GP. The marginal fit of the full cast shoulderless crown. J Prosthet Dent. 1957;7:231-243.
9. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent. 1981;45(2):138-145.
10. Pardo GI. A full cast restoration design offering superior marginal characteristics. J Prosthet Dent. 1982;48(5):539-543.
11. McLean JW, Wilson AD. Butt joint versus bevelled gold margin in metalceramic crowns. J Biomed Mater Res. 1980;14(3):239-250.
12. Manicone P, Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: base properties and clinical application. J Dent. 2007;35(11):819-826.
13. The Glossary of Prosthodontic Terms. 9th Edition. J Prosthet Dent. 2017;117(5S):e1-e105.
14. The Glossary of Prosthodontic Terms. 10th Edition. J Prosthet Dent. 2023;130(4 Suppl 1):e7-e126.
15. Loi I, Di Felice A. Biologically oriented preparation technique (BOPT): a new approach for prosthetic restoration of periodontically healthy teeth. Eur J Esthet Dent. 2013;8(1):10-23.
16. Foce, E, Noe G, di Febo G, et al. VEP-Vertical Edgeless Preparation. La dominanza parodontale nella preparazione protesica. Milano: Quintessenza; 2022; pp. 1-77.

17. Schmitt J, Wichmann M, Holst S, Reich S. Restoring severely compromised anterior teeth with zirconia crowns and feather-edged margin preparations: a 3-year follow-up of a prospective clinical trial. *Int J Prosthodont.* 2010;23(2):107-109.
18. Patroni S, Chiodera G, Caliceti C, Ferrari P. CAD/CAM technology and zirconium oxide with feather-edge marginal preparation. *Eur J Esthet Dent.* 2010;5(1):78-100.
19. Reich S, Petschelt A, Lohbauer U. The effect of finish line preparation and layer thickness on the failure load and fractography of ZrO₂ copings. *J Prosthet Dent.* 2008;99(5):369-376.
20. Beuer F, Aggastaller H, Edelhoff D, Gernet W. Effect of preparation design on the fracture resistance of zirconia crown copings. *Dent Mater J.* 2008;27(3):362-367.
21. Comlekoglu M, Dundar M, Ozcan M, et al. Influence of cervical finish line type on the marginal adaptation of zirconia ceramic crowns. *Operative Dent.* 2009;34(5):586-592.
22. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH. 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 II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(Suppl 3):86-96.