



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SCUOLA DI SCIENZE MEDICHE E FARMACEUTICHE

Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentaria

Coordinatore Chiar.mo Prof. Paolo Pera

Anno Accademico: 2019-2020

TESI DI LAUREA

**“MTA E CEMENTI BIOCERAMICI DI ULTIMA GENERAZIONE. REVISIONE DELLA
LETTERATURA E CONSIDERAZIONI CLINICHE”**

Relatore

Prof. Stefano Benedicenti

Co-Relatore

Dottor Andrea Polesel Professore a Contratto di Endodonzia

Candidato

Andrea Ruggiero

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 4
1.1 PROPRIETA' DEL MATERIALE	pag. 5
1.1.1 PH	pag. 5
1.1.2 Radiopacità	pag. 5
1.1.3 Resistenza alla compressione	pag. 5
1.1.4 Solubilità	pag. 6
1.1.5 Tempo di presa	pag. 6
1.1.6 Svantaggi	pag. 6
1.1.7 Indicazioni	pag. 6
1.1.8 Sistemi di apporto del materiale	pag. 7
1.2 IL TRATTAMENTO ENDODONTICO	pag. 8
1.2.1 Diagnosi in Endodonzia	pag. 8
1.2.2 Detersione e Sagomatura	pag. 9
1.2.3 Detersione	pag. 9
1.2.4 Ipoclorito di Sodio	pag. 11
1.2.5 EDTA	pag. 11
1.2.6 Sagomatura	pag. 11
1.2.7 Filosofia Step-Back e Crown-Down	pag. 12
1.2.8 Strumenti in Ni-Ti	pag. 12
1.2.9 Otturazione	pag. 15
1.2.10 Materiali da otturazione	pag. 17
1.2.11 Tecniche di otturazione canalare	pag. 19
2 GLI APICI AMPI	pag. 26
2.1 UTILIZZO DELLA CBCT IN ENDODONZIA	pag. 30
2.1.1 Principi Tecnici	pag. 30
2.1.2 Utilizzo della CBCT in odontoiatria	pag. 31
2.1.3 Applicazioni in endodonzia	pag. 31
2.1.4 Requisiti specifici per l'endodonzia	pag. 34

2.1.5 La radiografia bidimensionale in endodonzia	pag. 34
2.1.6 Tecniche di radiologia endorale	pag. 35
2.1.7 Radiologia endorale digitale	pag. 36
2.1.8 Applicazione della radiologia endorale in endodonzia	pag. 37
2.1.9 Diagnosi	pag. 37
2.1.9.1 Diagnosi di condizioni patologiche	pag. 37
2.1.9.2 Diagnosi delle anomalie anatomiche	pag. 38
2.1.9.3 Diagnosi dei traumi	pag. 38
2.1.9.4 Diagnosi dell'anatomia normale	pag. 39
2.1.10 Fase dinamica del trattamento	pag. 39
2.1.11 Fine del trattamento e follow-up	pag. 40
2.2 IL MICROSCOPIO OPERATORIO	pag. 41
3 MATERIALI E METODI	pag. 45
3.1 Pro Root MTA	pag. 45
3.2 Biodentine	pag. 52
3.3 Neo MTA Plus	pag. 61
3.4 Endopass	pag. 68
3.5 Cemento Endo-Eze MTA Flow	pag. 72
3.6 Auroseal MTA	pag. 79
3.7 PD MTA White	pag. 84
3.8 Endosequence Root Repair Material	pag. 86
3.9 MM-MTA	pag. 88
3.10 BIO ROOT RCS	pag. 92
4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	pag. 95
5. RINGRAZIAMENTI	pag. 97
6. BIBLIOGRAFIA	pag. 98

Abstract:

I materiali bioceramici sono materiali innovativi che trovano il loro utilizzo in odontoiatria conservativa ed endodonzia.

I materiali bioceramici non risentono dell'umidità e della contaminazione del sangue, ed in genere non sono inficiate dalla tecnica di utilizzo. Tendono ad essere stabili dimensionalmente e man mano che induriscono si espandono rendendole adatte al sigillo. Nel tempo rimangono induriti, compatti ed insolubili. Al momento della loro preparazione il loro pH è circa 12, ed in seguito alla reazione di idratazione, producono idrossido di calcio che a sua volta libererà ioni OH⁻ (idrossili). Alla fine del loro indurimento rimangono biocompatibili e bioreattivi. Se durante l'indurimento vengono a contatto con i fluidi tissutali l'idrossido di calcio reagisce con gli enzimi fosfatasi e producono idrossiapatite (proprietà tisso-induttiva). Per questi motivi i materiali bioceramici sono la prima scelta per l'incappucciamento pulpale, la pulpotomia, la riparazione di perforazioni, le otturazioni retrograde e le otturazioni di canali ad apice immaturo.

L'utilizzo di questi materiali sta aumentando e si riflette nell'esponenziale aumento delle pubblicazioni riguardo a questo tema nelle ultime due decadi. Obiettivo di questa Tesi è presentare, attraverso una revisione della letteratura scientifica nazionale ed internazionale, indicazioni al clinico sui materiali attualmente disponibili sul mercato, analizzando le caratteristiche, le applicazioni, i vantaggi, i limiti, i protocolli in ambito endodontico e restaurativo.

1) INTRODUZIONE:

L'MTA (acronimo di Mineral Trioxide Aggregate) è un cemento di derivazione Portland che permette la formazione di barriere apicali stabili e biocompatibili [1].

Viene descritto per la prima volta in letteratura da Lee et al. nel 1993 [2] ed è stato sviluppato dalla Loma University nei primi anni Novanta come materiale da otturazione retrograda negli interventi di endodonzia chirurgica.

Il PRO ROOT MTA (Dentsply Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, USA) è composto per il 50-75% in peso da ossido di calcio e per il 15-25% da diossido di silicio e fu il primo MTA commercializzato per la pratica clinica. È stata commercializzata inizialmente la versione "grigia" di MTA ProRoot, in seguito nel 2002 è stata prodotta la nuova versione "bianca"

L'ossido di calcio e il diossido di silicio assieme costituiscono una percentuale di cemento del 70-95%; miscelandoli produciamo una polvere composta da particelle idrofiliche di silicato tricalcico, alluminato tricalcico, ossido tricalcico e ossido di silicio. L'ossido di bismuto invece viene aggiunto per conferire la radiopacità.

Durante la miscelazione avremo formazione di un gel colloidale di silicato idrato, grazie all'idratazione della polvere di MTA, che indurisce in 3-4 ore [1]

L'analisi ai raggi x evidenzia la presenza di due fasi, una cristallina e una amorfa. La fase cristallina è costituita in gran parte da cristalli di ossido di calcio, la fase amorfa presenta il 33% di calcio, il 49% di fosfati, il 2% di carbonio, il 3% di cloruro e il 6% di silice [3]

La biocompatibilità del materiale è dimostrata da studi in vivo e in vitro [4], a contatto con il tessuto pulpare genera ponti di dentina [5], in contatto con i tessuti parodontali induce crescita di osso e cemento [6].

Gli studi hanno dimostrato che l'MTA è un materiale con proprietà particolarmente favorevoli in ambito endodontico, quali un ottimo sigillo marginale, un microleakage ridotto, elevata biocompatibilità e proprietà bioinduttive e antimicrobiche [7,8]

1.1) PROPRIETA' DEL MATERIALE MTA:

Da uno studio di Torabinejad [3] si evince che:

- 1.1.1) PH. Il pH di MTA dopo la miscelazione era 10.2, ed è salito a 12.5 a 3 h; successivamente, è rimasto costante. L'MTA ha un alto pH simile al cemento idrossido di calcio.
- 1.1.2) RADIOPACITA'. La radiopacità media per l'MTA era di 7,17 mm. Poiché l'MTA è più radiopaco rispetto alla guttaperca e della dentina, dovrebbe essere facilmente distinguibile sulle radiografie se utilizzato come materiale di riempimento della porzione apicale della radice. La radiopacità degli altri materiali di prova rilevanti nel loro esperimento [3] era la seguente: Kalzinol (7,97), guttaperca (6.14), IRM (5.30), Super-EBA (5.16) e dentina (0,70).
- 1.1.3) RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE. L' amalgama aveva la più alta resistenza alla compressione tra i materiali testati. La resistenza alla compressione di Super-EBA era significativamente superiore a quella di IRM e MTA dopo 24 ore. La forza di compressione di IRM era significativamente superiore a MTA ($p < 0,05$) allo stesso intervallo di tempo. La resistenza alla compressione di tutti i cementi è aumentata dopo 3 settimane, e la forza di Super-EBA era significativamente superiore a quella di IRM ($p < 0,05$), ma non c'era alcuna differenza significativa tra i punti di forza di Super-EBA e MTA a questi intervalli di tempo. L'aumento della resistenza alla compressione dell'MTA richiedeva la presenza di umidità. Studi a più lungo termine potrebbero fornire ulteriori informazioni sulla forza compressiva dell'MTA in presenza di umidità. Tuttavia, il valore di forza compressiva ottenuto per MTA è simile a quello ottenuto per Super-EBA, IRM e fosfato di zinco.

- 1.1.4) SOLUBILITA'. L'analisi statistica dei dati relativi alle variazioni di perdita di peso non ha mostrato variazioni significative tra amalgama, Super-EBA e MTA (quando il peso medio dei campioni è stato confrontato a intervalli di tempo diversi). Tuttavia, quando i pesi medi dei campioni IRM sono stati confrontati tra il giorno 1 e quelli nei giorni 7 e 21, sono state osservate differenze significative ($p < 0,001$). Differenze simili sono state notate quando il peso medio dei campioni è stato confrontato al giorno 7 rispetto al giorno 21. L'erosione dei materiali di riempimento restaurativi può verificarsi in presenza di acidi generati da batteri, acidi presenti negli alimenti o nelle bevande, sia dall'usura meccanica. I materiali di riempimento dell'estremità radicolare sono normalmente a contatto con il fluido del tessuto periradicolare fino a quando non sono coperti da tessuto connettivo fibroso o cemento. Clinicamente, i materiali di riempimento della radice biocompatibile con una buona capacità di sigillo dovrebbero generare una risposta infiammatoria scarsa o nulla nei tessuti periradicolari e incoraggiare la formazione di tessuto connettivo fibroso e/o cemento che copre l'intera radice. L'usura meccanica, un fattore importante nel restauro coronale, non è un fattore significativo nell'erosione dei materiali di riempimento del terzo apicale radicolare. Sulla base dei risultati di questo studio, sembra che l'MTA abbia proprietà fisiche adeguate per utilizzarlo come materiale di riempimento del terzo apicale della radice
- 1.1.5) TEMPO DI PRESA. I risultati hanno mostrato che l'amalgama ha avuto il tempo di indurimento più breve e l'MTA il più lungo. L'idratazione della polvere di MTA forma un gel colloidale che si solidifica in una struttura dura in meno di 3 h. Le caratteristiche dell'aggregato dipendono dalle dimensioni delle particelle, dal rapporto polvere-acqua, dalla temperatura, dalla presenza di acqua e dall'aria intrappolata. In questo studio è stato utilizzato il metodo ISO per determinare il tempo di impostazione.
- 1.1.6) SVANTAGGI. Il tempo di presa è piuttosto lento (circa 4 ore); pertanto è indicato il rientro, comunque necessario per il restauro dell'elemento. L'MTA mostra una difficile manipolabilità: si disidrata e si essicca nel giro di pochi minuti, pertanto richiede rapidità d'esecuzione. Inoltre, la sua consistenza granulosa richiede precisione nell'inserzione e utilizzo di uno strumentario dedicato. La sua attività antibatterica è ridotta. La presa del cemento è limitata da un ambiente acido. Pertanto, in presenza di tessuti infiammati è indicata una medicazione intracanalare alcalinizzante a base di idrossido di calcio, per ridurre la carica batterica e neutralizzare l'acidità presente [9].
- 1.1.7) INDICAZIONI. Per le sue favorevoli caratteristiche chimico-fisiche e biologiche, l'MTA viene utilizzato in endodonzia con diverse modalità [10]: come materiale da incappucciamento diretto della polpa [11]; nella tecnica dell'apicogenesi per indurre la formazione dell'apice di denti ad apice immaturo [12]; per la riparazione di perforazioni della forca [13], perforazioni

radicolari laterali [14], e per riparazione di apici rimaneggiati, trasporti apicali, apici ampi in presenza o meno di polpa necrotica e lesioni periapicali [15]. L'unica controindicazione all'utilizzo dell'MTA come materiale da sigillo apicale è rappresentata dalla presenza di una curvatura apicale che impedisce un accesso diretto all'apice da trattare. In chirurgia endodontica viene utilizzato come materiale da otturazione retrograda [16, 17]. Nel sito della perforazione possono essere posizionati fogli di collagene riassorbibile fino ad avere una matrice su cui adattare l'MTA [14]. Questa stessa tecnica, utilizzata inizialmente nelle perforazioni della forca può essere utilizzata nei trattamenti di apici ampi e viene consigliata da alcuni clinici in presenza di abbondante secrezione di essudato [18]. Viene utilizzato anche come barriera durante i trattamenti di sbiancamento nei denti devitalizzati [19] Gli apici ampi, siano essi di natura anatomica, patologica o iatrogena, o combinazione delle precedenti, rappresentano una situazione clinica difficile da gestire in endodonzia ortograda. Pur non generando particolari difficoltà durante la fase di detersione e sagomatura, diventano un problema al momento dell'asciugatura e dell'otturazione. La condensazione verticale della guttaperca calda di apici sovradimensionati esita spesso in un'otturazione oltre-apice specialmente in canali poco tronco-conici. Per questo motivo al trattamento ortogrado segue spesso un intervento di chirurgia endodontica. Un'alternativa è rappresentata dalla condensazione laterale a freddo, con tutti i limiti che questa tecnica comporta. Apicogenesi e apicificazione sono soluzioni terapeutiche che necessitano di molto tempo e di sedute multiple. La soluzione terapeutica più indicata in questi casi è, ad oggi, l'otturazione apicale in MTA [9]

- 1.1.8) SISTEMI DI APPORTO DEL MATERIALE. L'MTA essendo un cemento di derivazione Portland non è un materiale di facile manipolazione, anche se si rispettano perfettamente le indicazioni di uso del materiale, fornite dalla casa produttrice. D'altronde se pensiamo ad alcune delle indicazioni cliniche del materiale (endodonzia chirurgica e apical plug per via ortograda), è molto intuibile come la manipolazione e la gestione intraoperatoria di tale cemento siano di difficile esecuzione. Ciò ha portato alla messa a punto di alcuni dispositivi destinati a facilitare l'impiego clinico di questo tipo di cemento. Nel 2001 Joseph Dovgan, un endodontista americano, progettò e mise in commercio nel 2001, un tipo di applicatore a siringa per portare l'MTA nella profondità della radice. Il Carrier di Dovgan fu proposto con tre diametri di punta diversi (0.80, 0.90, 1.6 mm) appositamente per l'utilizzo in canali di diverse dimensioni. Questo sistema è stato poi migliorato andando a rendere la punta rimovibile. Strumento simile con analoga valenza è il MAP System (Micro Apical Placement Dentsply, Mainfeller, Switzerland). Altro non è che una siringa di Messing con puntali più sottili (0.90 e 1.1 mm di diametro) Il MAP System presenta due varianti, l' "Universal Kit" e il "Surgical Kit". La versione "Universal Kit" permette una facile applicazione dei cementi di base Portland negli incappucciamenti pulpari e nella riparazione per via ortograda di

perforazioni e otturazione apicale. La versione “Surgical Kit” invece presenta appositi puntali con diverse curvature, così da permettere l'apporto di MTA per l'otturazione retrograda in sede chirurgica. Gli aghi del “Surgical Kit” hanno angolazione tripla e sono disegnati per posizionare l'MTA nella cavità retrograda durante la fase chirurgica, perché consentono di portare il cemento anche nelle regioni anatomiche di più difficile accesso. Sono strumenti molto delicati che richiedono una particolare attenzione proprio nella fase di manutenzione, dopo il loro utilizzo infatti è importante andare a ripulire le siringhe, in quanto si deve evitare l'intasamento a seguito dell'indurimento del cemento all'interno dell'ago, con la conseguente impossibilità di un loro riutilizzo. [1]

1.2) IL TRATTAMENTO ENDODONTICO:

La terapia endodontica consiste nel trattamento di elementi dentali sia vitali sia necrotici, in modo che i pazienti possano conservare i denti naturali nella funzione e nell'estetica. In accordo con quanto affermato da Schilder [21], Weine [22], Bence [23] e tutta la letteratura moderna il successo del trattamento endodontico dipende essenzialmente dalla corretta esecuzione di tre tappe fondamentali:

1. fase diagnostica, durante la quale viene individuato il dente responsabile, la causa della malattia e si esegue un corretto piano di trattamento;
2. fase preparatoria, durante la quale, mediante la detersione e sagomatura, viene rimosso tutto il contenuto canalare e viene impressa al canale stesso la forma ideale ad accogliere un'otturazione tridimensionale;
3. fase dell'otturazione, durante la quale il canale viene otturato con materiale biocompatibile ed inerte, capace di assicurare un completo sigillo.

1.2.1) Diagnosi in Endodonzia: come affermato in precedenza, le patologie di origine endodontica devono necessariamente passare da una prima fase diagnostica, per comprenderne la causa e impostare un corretto piano di trattamento. Tuttavia, le situazioni cliniche che possiamo incontrare non sono sempre di facile interpretazione, sia per le peculiarità anatomiche che riguardano il sistema nervoso dei denti, sia per la variabilità nella progressione delle affezioni che coinvolgono la polpa dentale [24] [25]. Inoltre, fino ad oggi non disponiamo di strumenti diagnostici sufficientemente specifici e sensibili, per cui solamente attraverso un percorso specifico, siamo in grado di formulare una diagnosi e un corretto piano di trattamento. È quindi necessario adottare un percorso metodologico riproducibile e facilmente attuabile nella pratica clinica quotidiana [26].

Esula da questi tesi una trattazione dettagliata del percorso diagnostico. Si rimanda ai testi di Endodonzia per la descrizione dettagliata.

1.2.2) Detersione e sagomatura: Secondo un vecchio assioma in odontoiatria è più importante “ciò che si toglie di ciò che si mette all’interno del canale” [27].

Senza togliere importanza alla fase dell’otturazione, è comunque inconfutabile che la fase di preparazione del canale è senz’altro la più importante, la più complessa e la più delicata. Pertanto, a questa fase va dedicato il massimo della nostra attenzione e anche del nostro tempo in quanto, se ben eseguita, ci faciliterà la fase successiva dell’otturazione.

Quando prepariamo un sistema dei canali radicolari (S.C.R), in realtà effettuiamo due fasi contemporaneamente:

- la detersione di tutti i detriti, organici e inorganici e di tutti i microrganismi
- la sagomatura, con cui diamo al canale una forma che faciliti l’esecuzione di un’otturazione tridimensionale permanente [28].

I due procedimenti sono intimamente correlati tra loro sia da un punto di vista concettuale che meccanico-temporale. Contemporaneamente alla rimozione di materiale organico, inorganico, microorganismi eventualmente presenti, disegniamo e prepariamo all’interno del canale una cavità adatta a permettere la più semplice ed efficace otturazione tridimensionale [29].

1.2.3) DETERSIONE:

Scopo della detersione è quello di rimuovere dal S.C.R. tutto il materiale intracanalare, sia esso di origine pulpare, vitale o necrotico, sia esso costituito da microrganismi [30]. Possiamo avere due tipologie diverse di detersione:

- detersione chimica, attuata attraverso gli irriganti
- detersione meccanica, effettuata con gli strumenti canalari che sagomano il canale.

Durante la fase di sagomatura meccanica, da una parte viene rimosso il tessuto pulpare presente all’interno del canale e sulle pareti, dall’altra viene prodotto uno strato di detriti (fango dentinale o smear layer) [31] [32].

Lo smear layer è composto da sostanze organiche e inorganiche, frammenti di tessuto pulpare, microrganismi e residui necrotici; esso dovrà essere rimosso per mezzo dell’azione degli irriganti in quanto potenzialmente infetto e in quanto, non permettendo il contatto degli agenti irriganti con le pareti canalari, impedisce un’azione profonda degli stessi all’interno delle complessità anatomiche [33].

La detersione chimica risulta fondamentale soprattutto nelle parti in cui la nostra strumentazione meccanica non è in grado di arrivare.

A causa della complessità anatomica del Sistema dei Canali Radicolari, ottenere una completa detersione dello spazio endodontico è un'impresa molto complessa con le normali procedure di detersione canalare. Nella storia dell'endodonzia sono state utilizzate diverse sostanze come irriganti endodontici, tra questi ne ricordiamo alcuni come: biossido di sodio [34], miscela di sodio e potassio [35], metilato di sodio [36], la papaina [37], l'acido citrico [38], il perossido di urea (Gly-Oxide) [39][40], il diacetato dell'aminoquinaldino (Salvizol) [41], il lauril solfato di sodio [42], la dodecildiaminoetilglicina (TEGO) [43], l'acido etilendiaminotetracetico (EDTA) [44], clorexidina glucoronata [45], acido citrico con un tensioattivo cationico (Canal-Clean) [46], acido etilendiaminotetracetico con aggiunta di perossido di urea (RC Prep) [47] e ipoclorito di sodio [48].

I requisiti ideali a cui dovrebbe rispondere un irrigante canalare sono:

- capacità di digerire le sostanze proteiche e di conseguenza i tessuti necrotici;
- bassa tensione superficiale, per raggiungere tutte le porzioni del S.C.R (canali laterali, delta apicali, riassorbimenti e anfrattuosità);
- proprietà germicide e antibatteriche;
- azione sul biofilm;
- dissoluzione dei tessuti inorganici;
- nessuna alterazione della microstruttura dentinale;
- non essere tossico e irritante per i tessuti periapicali;
- mantenere in sospensione i detriti che si creano durante la sagomatura e che tendono a formare intasamenti, soprattutto nella porzione apicale del canale;
- fornire lubrificazione agli strumenti in modo da ridurre il rischio di frattura;
- prevenire il discolorimento del dente ed eventualmente possedere effetto sbiancante;
- essere relativamente innocuo per il paziente e per l'operatore;
- essere facilmente reperibile e poco costoso;

Purtroppo, non esistono irriganti che possiedono tutte le caratteristiche ideali senza possedere anche delle caratteristiche negative.

Uno degli irriganti che risponde maggiormente ai requisiti ideali è senza dubbio l'ipoclorito di sodio (NaOCl). Uno dei suoi limiti principali è l'incapacità di agire nei confronti della componente inorganica. Per questo motivo, i sistemi di irrigazione si basano generalmente, su irriganti ad azione antibatterica come l'ipoclorito di sodio, abbinato ad irriganti con azione decalcificante come l'EDTA.

Entrambi verranno descritti, in quanto sono anche ad oggi quelli più comunemente usati.

Si discosta invece dagli obiettivi di questa tesi un'analisi approfondita e completa dei restanti irriganti endodontici, per cui si rimanda a trattati di Endodonzia o ad articoli scientifici specifici

- 1.2.4) Ipoclorito di sodio: NaOCl viene comunemente usato a concentrazioni che variano tra lo 0,5% e il 5,25% [49]. È in grado di dissolvere sia residui pulpari necrotici sia (in minor misura) i residui pulpari vitali nonché il collagene dentinale, ma non la componente inorganica dello smear layer. La concentrazione minima con cui il NaOCl ha un'attività antibatterica efficace è 0,5%, anche se con tempi prolungati [50], ma è importante che venga continuamente rinnovato per evitare che si consumi il NaOCl. La concentrazione efficace ad eliminare il biofilm si è dimostrata essere 5,25%-6% [51]. La temperatura e il tempo condizionano positivamente l'azione dell'ipoclorito, per cui è consigliabile scaldarlo a 50-60° C [52] e lasciarlo agire per un certo tempo in modo che espliciti a pieno la sua attività [53]. Sulla questione della temperatura con cui andrebbe adoperato l'ipoclorito in letteratura esistono studi contrastanti. Infatti, più recenti in vivo (Ferdinand de Hemptinne, DDS – 2015) [54] sui comportamenti termodinamici delle soluzioni irriganti, hanno dimostrato come una soluzione preriscaldata e una tenuta a temperatura ambiente raggiungessero nel terzo apicale un equilibrio di temperatura a 35,1° C° già dopo pochi secondi. Per cui se il preriscaldamento di irriganti sia clinicamente rilevante rimane tuttora sconosciuto. I limiti maggiori dell'ipoclorito sono l'odore, la possibilità di macchiare, la tossicità direttamente proporzionale alla concentrazione, la scarsa efficacia in vivo a causa della complessità anatomica del S.C.R, diminuiscono la resistenza alla frattura dell'elemento dentale [55] e rendono inferiore l'adesione alla dentina dei materiali da restauro [56]. Tutti questi motivi hanno spinto a ricercare nuove metodiche per aumentarne l'efficacia e nuovi irriganti, come Biopure MTAD (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), QMix (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) e altri ancora.
- 1.2.5) EDTA: L'EDTA non possiede proprietà antibatteriche, ma rimuove esclusivamente i residui inorganici e lo smear layer rendendo possibile la penetrazione dell'ipoclorito. L'uso raccomandato di EDTA è di 1-3 minuti dopo la fase di strumentazione e dopo l'uso di NaOCl [49]. L'EDTA non va usato contemporaneamente al NaOCl, perché essendo un chelante, riduce immediatamente la quantità di cloro disponibile, diminuendo così la sua efficacia. L'EDTA alla concentrazione del 17% ha comunque un'azione molto energica per cui è necessario non esagerare con il tempo di utilizzo per evitare di erodere troppo la dentina peri-tubulare ed inter-tubulare [57].
- 1.2.6) SAGOMATURA: Come è già stato precedentemente detto, contemporaneamente alla detersione, gli strumenti endodontici forniscono al canale una forma tale per cui lo spazio in esso ricavato possa poi essere facilmente riempito nelle sue tre dimensioni. La

sagomatura consiste nello sviluppo di una preparazione cavitaria specifica per ogni radice che dipende dalla tecnica di otturazione che sarà successivamente usata [30]. Gli obiettivi di una corretta sagomatura dei canali radicolari sono stati descritti e codificati da Schilder nel 1974 (Tab. 1.2 e Tab. 1.3), questi obiettivi sono oggi ancora validi e dovrebbero essere sempre soddisfatti indipendentemente dalla tecnica e dalla strumentazione usata (manuale o rotante). Lo strumento e la tecnica sono i mezzi con i quali siamo in grado di raggiungere gli obiettivi.

1.2.7) Filosofia Step-back e Crown-down: La tecnica step-back descritta da Schilder, prevede di misurare la lunghezza di lavoro per poi sagomare prima la porzione apicale del canale solo dopo che si è avuta conferma della lunghezza di lavoro. La tecnica crown-down prevede prima la sagomatura del terzo coronale, poi del terzo medio e infine del terzo apicale.

I vantaggi della tecnica crown-down sono:

- maggior accesso, visibilità, sensibilità tattile e controllo apicale
- maggiore possibilità di esplorare l'anatomia endodontica
- maggior rispetto dell'anatomia apicale
- minori errori operativi (trasporto interno o esterno)
- maggior quantità di irrigante nel terzo apicale
- minor rischio di portare detriti oltre apice, per cui una minor sintomatologia post-operatoria
- migliore visualizzazione radiografica degli strumenti in apice
- maggiore accuratezza nella determinazione della lunghezza di lavoro
- accesso più diretto al terzo apicale
- minore impiego di strumenti sottili, quindi minor rischio di separazione dello strumento
- minor tempo di esecuzione, stress e costi

Prima dell'introduzione degli strumenti in Ni-Ti l'approccio crown-down era determinato dall'allargamento precoce del terzo coronale e terzo medio con le frese di Gates. Oggi alcuni strumenti meccanici in Ni-Ti (quelli a conicità progressiva) hanno nel loro design il segreto dell'approccio crown-down.

1.2.8) Strumenti in Ni-Ti: Ad oggi gli strumenti in Ni-Ti a nostra disposizione sono numerosi e variano per forme, dimensioni, sezioni e per caratteristiche di superficie e di taglio. La lega in Ni-Ti differisce dall'acciaio per la sua memoria di forma e per la sua superelasticità, anche se la prima caratteristica non viene sfruttata in endodonzia ma soprattutto in ortodonzia. Invece grazie alla superelasticità del nichel-titanio si sono

potuti realizzare strumenti di dimensioni maggiori in grado di mantenere caratteristiche di flessibilità e resistenza adatte alla strumentazione rotante di canali curvi [58], cosa che non era possibile fare con i strumenti in acciaio. Oltre alla superelasticità, la lega in Ni-ti presenta ulteriori vantaggi: avere a disposizione strumenti a conicità aumentata e standardizzata, con cui creare una tronco-conicità nota e continua al canale radicolare [59], la possibilità di usare una rotazione continua e ad oggi anche alternata, che assicura un'efficacia di taglio [60]. L'insieme di questi fattori permette di eseguire una sagomatura in tempi più brevi in modo più semplice e con un numero sempre inferiore di strumenti [61]. Tuttavia, questi strumenti, per via del loro movimento rotatorio o alternato, vengono sottoposti continuamente a degli stress torsionali e per via delle continue escursioni che subiscono ripetitivamente nei canali curvi, tendono a rompersi inaspettatamente per fatica ciclica [62]. Molti fattori, come ad esempio il raggio e il grado di curvatura del canale radicolare, il design dello strumento (anche nell'ambito dello stesso strumento la porzione più sottile sarà più suscettibile allo stress torsionale ma sopporterà maggiormente la fatica ciclica) e altri ancora, si ritiene che abbiano un'influenza sulla resistenza alla fatica ciclica dello strumento stesso. Recentemente i produttori hanno migliorato la resistenza alla frattura degli strumenti in NiTi, migliorando i processi produttivi e sviluppando delle nuove leghe con proprietà meccaniche superiori rispetto NiTi convenzionali [63]. M-Wire (Sportswire LLC, Langley, OK) è una di queste leghe, sviluppata attraverso un nuovo processo termomeccanico che ottimizza la microstruttura del Ni-Ti. Gli strumenti endodontici che vengono realizzati con questa lega hanno una maggiore flessibilità e una maggiore resistenza all'usura agli strumenti simili in Ni-Ti convenzionale, come dimostrato in alcuni studi [64][65]. Le industrie produttrici hanno anche pensato di introdurre diversi designs al fine di perfezionare la resistenza alla fatica ciclica. Con la lega M-Wire vengono fabbricati diversi strumenti, tra cui troviamo i ProGlider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), adoperati per il preflaring e i ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) per la sagomatura. I ProTaper Universal Sono strumenti in Ni-Ti di seconda generazione. Gli strumenti appartenenti alla seconda generazione sono caratterizzati da una sezione con lame attive e un numero minore di strumenti per preparare il canale rispetto alla prima generazione. Questi strumenti inoltre, avendo una conicità variabile riducono il rischio del "taper-lock" e la tendenza di avvitarsi all'interno del canale. La serie ProTaper Universal comprende 3 strumenti Shaping e 5 strumenti Finishing, descritti da C. Ruddle nel libro Endodontics di A. Castellucci [66] Il Shaping file 1 (S1) e il Shaping file 2 (S2), presentano sul gambo rispettivamente un anello viola e uno bianco con cui vengono identificati. S1 ha un diametro in D_0 di 0,17 mm, S2 di 0,20 mm. Entrambi presentano un diametro massimo di 1,20 mm. S1 viene usato per la sagomatura del terzo coronale mentre S2 per il terzo medio. Sx (Fig. 1.3) è un file ausiliario e non presenta anelli colorati per l'identificazione e ha una lunghezza di

19 mm e un diametro in D_0 di 0,19 mm. Per le sue caratteristiche viene utilizzato per rimuovere interferenze canalari o per sagomare denti anatomicamente corti. I Shaping File hanno una percentuale di conicità progressiva lungo tutta la loro lunghezza della parte lavorante, in modo da ridurre il contatto con la dentina, riducendo il carico torsionale, la fatica e la potenziale separazione del file [67]. Il loro design permette di sagomare un canale secondo la tecnica "crown-down". I Finishing files sono chiamati F1, F2 e F3 e sono identificabili come i shaping da anelli colorati rispettivamente di giallo, rosso e blu sul loro gambo. F1 ha un diametro in D_0 di 0,20 mm e una conicità del 7 %, F2 0,25 mm e 8 % e infine F3 0,30 mm e 9%. Oltre ai classici 3 strumenti sono stati inseriti anche files per la sagomatura di apici più ampi. Questi sono F4 e F5, il primo presenta su di esso due anelli neri mentre il secondo due anelli gialli. F4 ha un diametro in punta di 0,40 mm e una conicità del 6%, mentre F5 0,50 mm e 5%. In questo studio per la seconda fase del ritrattamento è stato usato un F4. Un'altra caratteristica di questi strumenti è la forma della loro sezione, infatti è triangolare convessa. Questa caratteristica permette di ridurre l'attrito della lama in rotazione con la dentina e migliora l'azione di taglio e li rende più sicuri. I file PTU hanno un angolo delle lame che cambia continuamente, come cambia la distanza tra le lame per tutta la loro lunghezza di parte lavorante (14 mm). Questo migliora la propria azione di taglio, permettendo ai frustoli di dentina creati di essere trasportati fuori dal canale e soprattutto impedisce che lo strumento si possa avvitare all'interno dello stesso canale [68]. I ProTaper Next invece sono stati introdotti sul mercato negli ultimi anni, fa parte degli strumenti in Ni-Ti di quinta generazione e rappresenta l'evoluzione dei precedenti ProTaper Universal. Presenta come i precedenti una conicità progressiva ma possiede una sezione trasversale rettangolare eccentrica, con lo scopo ridurre i punti di contatto con le pareti del canale generando una fatica minore durante l'uso. Inoltre, grazie al design della sezione trasversa le viene conferito allo strumento un innovativo movimento "swaggering" simile a quello tipicamente ondulatorio del serpente, il quale genera uno spazio più ampio per la raccolta dei detriti. L'effetto "swaggering" permette anche l'ottimale tracciatura del canale. Sono fabbricati utilizzando Ni-Ti M-Wire per migliorarne la flessibilità e la resistenza alla fatica ciclica rispetto ai ProTaper Universal, come dimostrato in un recente studio [69]. I ProTaper Next (PTN) sono disponibili in diverse lunghezze, per la sagomatura dei canali, cioè X1, X2, X3, X4 e X5. I file hanno in sequenza un anello giallo, rosso, blu, un doppio anello nero e un doppio anello giallo, corrispondenti rispettivamente alle misure 17/04, 25/06, 30/07, 40/06, 50/06. Le conicità appena elencate non sono fisse oltre la porzione attiva di un dato file. Il PTN X1 e X2 una crescente e decrescente percentuale di conicità sul singolo strumento; mentre i PTN X3, X4 e X5 hanno una conicità fissa da D1a D3, per poi avere una conicità decrescente sul resto delle loro porzioni attive. I PTN vengono utilizzati a 300 rpm e un torque di 2.0 al 5.2 Ncm. Tuttavia,

alcuni studi hanno dimostrato che è preferibile un torque di 5.2 Ncm, nel caso in cui l'operatore crei un glide path e utilizzando un movimento di spazzolatura verso l'esterno durante la sagomatura del canale [66]. Nella tecnica PTN, tutti i file sono utilizzati esattamente nello stesso modo e la sequenza segue sempre la progressione colore ISO ed è sempre lo stesso indipendentemente dalla lunghezza, diametro, o la curvatura di un canale. Una volta creato un sentiero di percorrenza adeguato si procede con il file X1. È importante che i PTN siano liberi di muoversi passivamente all'interno del canale fino al raggiungimento della lunghezza di lavoro. Il movimento deve essere sempre quello di spazzolatura verso l'esterno, infatti questo movimento ci crea lo spazio laterale e consente al file di progredire di qualche millimetro verso l'interno, inoltre serve anche per migliorare il contatto tra il file e la dentina, soprattutto nei canali che presentano sezioni trasversali irregolari o ellittiche. Dopo che il file X1 ha guadagnato qualche millimetro deve essere estratto, per permettere la pulizia e l'ispezione delle sue lame, successivamente verrà irrigato e ricapitolato il canale con il primo file manuale utilizzato, per controllare la pervietà del canale. È importante che il canale non sia mai asciutto e che l'irrigante venga rinnovato dopo aver rimosso qualsiasi file in lavorazione meccanica. Quando l'X1 avrà raggiunto la lunghezza di lavoro, si passerà all'X2. Questo strumento seguirà la strada preparata dal precedente strumento, quindi arriverà alla lunghezza di lavoro con maggior facilità. Nel caso in cui questo strumento dovesse rallentare la propria discesa, va rimosso dal canale al fine di consentire la pulizia delle lame, l'irrigazione e la ricapitolazione. Il raggiungimento della lunghezza di lavoro può richiedere uno o più passaggi, a seconda della lunghezza, larghezza e grado di curvatura di un determinato canale. La sagomatura del canale può essere considerata terminata, quando raggiunta la lunghezza di lavoro, il file è visibilmente carico di dentina nella sua porzione più apicale. Alternativamente la dimensione del diametro potrà essere misurata con un file manuale 25/02. Se quest'ultimo non dovesse impegnarsi il canale può essere misurato con un file 30/02 Ni-Ti manuale. Se il 30/02 dovesse arrivare in apice e si impegna la preparazione può considerarsi conclusa. Tuttavia, se con l'ultimo file non dovessimo arrivare alla lunghezza di lavoro, sarà necessario passare al PTN X3, nello stesso modo dei file precedenti. I file X4 e X5 sono principalmente utilizzati per sagomare i canali di diametro maggiore. Quando il forame apicale è maggiore di un file 50/06, saranno utilizzati altri metodi di sagomatura. In conclusione, PTN rappresenta la quinta generazione degli strumenti in Ni-Ti, progettata per portare caratteristiche prestazionali superiori a quelle del passato, insieme con le più recenti innovazioni tecnologiche. Questo sistema dovrebbe quindi semplificare le procedure di sagomatura riducendo il numero di file utilizzati normalmente per la preparazione del canale. Saranno le continue ricerche scientifiche basate sull'evidenza a convalidare i potenziali benefici di questo sistema.

1.2.9) OTTURAZIONE: L'otturazione deve riempire e sigillare lo spazio endoradicolare, dopo aver eseguito una corretta sagomatura e detersione. I dati provenienti dalla letteratura affermano come sia utopistico pensare di poter ottenere un sigillo su tutta la superficie interna del sistema canalare. Tuttavia, essendo comunque rara la presenza di lesioni periradicolari laterali, la mancanza di un completo sigillo nel terzo medio e terzo coronale, incide in minima parte sull'esito del trattamento. Ingle et al. [70] distinguono due obiettivi diversi da raggiungere: il sigillo della regione apicale e il riempimento completo dello spazio canalare restante, senza trascurare l'importanza di un buon sigillo coronale. Con il raggiungimento di tali obiettivi è possibile impedire il fenomeno della percolazione tissutale e privando i batteri di ogni nutrimento "murandoli" sulle pareti canalari o nei tubuli dentinali. Nel 1994, l'American Association of Endodontists ha definito l'otturazione canalare "l'otturazione completa e tridimensionale del sistema dei canali radicolari, eseguita il più vicino possibile alla giunzione cemento-dentinale, senza sovra- o sotto-riempimenti". Nonostante questa definizione il problema della scelta del limite ideale non è ancora stato ancora risolto in quanto la giunzione cemento-dentinale non è localizzabile clinicamente come non lo è la costrizione apicale, dato che a volte o non è presente, o non ha una sede costante o presenta delle varianti morfologiche [71]. Diversi studi confermano la necessità di eseguire un'otturazione completa per l'intera lunghezza del canale essendo state registrate percentuali di fallimento endodontico superiori al 60% [72] nei casi in cui il riempimento risultava incompleto. Negli stessi studi otturazioni con eccesso di materiale erano associate a una percentuale più bassa di fallimento pari a circa il 4% dei casi. Nel concetto di eccesso o estrusione di materiale oltre- apice va distinta però la definizione di "sovrariempimento" da quella di "sovrastensione". I due termini, seppur usati erroneamente come sinonimi, in realtà si riferiscono ad aspetti differenti riguardanti l'otturazione. Un'otturazione si definirà sovra-riempita quando il materiale impiegato per eseguirla è spinto oltre il forame apicale, che risulta però ermeticamente sigillato, mentre si definirà sovra-estesa se lo stesso materiale è estruso nei tessuti periapicali senza sigillare però il forame apicale. I requisiti suggeriti in letteratura per il materiale ideale per l'otturazione sono diversi [73] [74] [75]. Secondo John West [76] il materiale ideale deve essere:

- Capace di adattarsi completamente alle pareti canalari preparate
- Stabile dimensionalmente
- Non riassorbibile per un periodo di tempo indefinito
- Non irritante
- Batteriostatico, o che almeno non incoraggi la crescita batterica
- Tale da prevenire il discoloramento dei denti
- Preferibilmente semi-solido al momento dell'introduzione e solido in seguito
- Capace di sigillare i canali lateralmente così come apicalmente

- Resistente all'umidità
- Radiopaco
- Sterile o sterilizzabile
- Facilmente rimovibile, se necessario
- Facilmente manipolabile
- Adesivo alle pareti dentinali
- Non conduttore di calore
- Leggermente espandibile dopo la sua introduzione
- Tale che faccia presa in un tempo ragionevole

1.2.10) MATERIALI DA OTTURAZIONE

- **Materiali solidi:** In commercio troviamo coni d'oro, di platino-iridio, di tantalio e di titanio. Il limite maggiore di questi materiali è l'impossibilità di adattarsi alla forma del canale e nemmeno in apice se la sezione non è tonda. I coni d'argento sono rigidi ma flessibili, ma sono ormai stati abbandonati perché incapaci di garantire un sigillo di qualità e perché inducevano discolorazione e irritazione tissutale [77].
- **Cementi e paste:** I cementi sono dei materiali usati da soli per riempire da soli l'intero canale radicolare. Essi fanno presa e si trasformano in una massa più o meno dura dopo la loro inserzione nel canale. Le paste si usano come i cementi, ma a differenza loro, non induriscono una volta introdotte nel canale [30]. Al giorno d'oggi l'otturazione completa con questi materiali non è più accettabile (ad eccezione dei trattamenti endodontici nei denti decidui) perché: non è possibile controllare l'adattamento dei materiali, con rischio di estrusione massiva e le relative complicanze in caso di materiali tossici o irritanti subiscono una contrazione in fase di indurimento, sono riassorbibili e in caso di ritrattamento la rimozione di questi materiali può risultare molto complessa se non impossibile. I "sealers" sono invece i cementi autoindurenti quando vengono usati in associazione ad un materiale solido o semisolido. L'uso del cemento come sealers nella tecnica di otturazione con la guttaperca calda si rende necessario in quanto, fungendo da lubrificante, agevola lo scorrimento della guttaperca lungo le pareti canalari, l'adesione della stessa alla dentina, penetra nei tubuli, migliora la qualità del sigillo, compensa la retrazione che subisce la guttaperca durante l'indurimento, neutralizza i batteri residui e previene la contaminazione ritardata [78]. Le

caratteristiche richieste sono la biocompatibilità, la manipolabilità, l'insolubilità e la capacità di depositarsi sulle pareti sotto forma di microfilm; più in particolare, il cemento deve essere non tossico, biologicamente inerte e con un tempo di indurimento breve: esiste, infatti, una correlazione inversa fra tempo di indurimento da un lato e riassorbibilità e retraibilità del cemento dall'altro. Il Pulp Canal Sealer si è dimostrato totalmente inerte e ben tollerato [79]. Inoltre, il suo uso è raccomandato non solo per la sua bassa tossicità e debole attività infiammatoria, ma perché se preparati adeguatamente preparati, dispongono delle caratteristiche di consistenza e viscosità sovrapponibili a quelle della guttaperca termoplastificata [80].

- Guttaperca: È il materiale semisolido maggiormente utilizzato in Endodonzia. In linea generale quando ci si riferisce al termine guttaperca ci si riferisce ai composti a base di guttaperca, dei quali questo materiale determina le proprietà ma rappresenta solo il 20% in peso, con funzione di matrice; le restanti componenti in ordine di quantità sono rispettivamente: ossido di zinco (principale componente), solfati metallici, cere o resine. La stragrande maggioranza della letteratura endodontica mondiale è d'accordo nell'affermare che la guttaperca è il materiale di elezione per eseguire corrette otturazioni canalari in quanto più di ogni altro riassume in sé i requisiti del materiale ideale:
 - ✓ consente un ottimo adattamento alle pareti canalari [81];
 - ✓ una volta indurita è dimensionalmente stabile. Subisce una retrazione o contrazione solo se messa in contatto con solventi, in seguito alla loro evaporazione, o con il calore durante la fase di raffreddamento. Tuttavia, pur essendo costituita in massima parte da ossido di zinco, non va incontro a fenomeni di riassorbimento;
 - ✓ è ben tollerata dai tessuti, come convalidato da numerose ricerche istologiche condotte su animale [82];
 - ✓ possiede proprietà antibatteriche, come dimostrato da studi Moorer e Genet [83];
 - ✓ il materiale è semisolido al momento dell'introduzione nel canale: diventa plastico se sottoposto a calore, questo consente un riempimento tridimensionale del S.C.R.;
 - ✓ è radiopaca, per la presenza di solfati metallici come il solfato di bario. Questo permette un controllo radiografico della qualità della nostra otturazione;
 - ✓ è facilmente sterilizzabile, è necessario un'immersione in ipoclorito di sodio al 5,25% per 60 [84];
 - ✓ se necessario è facilmente rimovibile una volta sciolta nei suoi solventi, come cloroformio, eucaliptolo ecc. [85];
 - ✓ non aderisce alle pareti dentinali, per cui viene utilizzato il cemento;
 - ✓ è un cattivo conduttore e questo comporta un ottimo controllo della plasticità nella sua porzione più apicale quando sottoposta a riscaldamento.

- ✓ una volta inserita nel canale e scaldata, si espande. Come già detto in precedenza la guttaperca si contrae durante la fase di raffreddamento; per cui per contrastare questo fenomeno, qualunque tecnica che prevede il riscaldamento prevede una fase di compattazione [86].

Lo svantaggio principale della guttaperca è dato dalla propria consistenza, perché essendo semisolida al momento dell'inserimento, non consente nessun errore nella fase di preparazione del canale.

La guttaperca per uso endodontico, si ottiene sottoponendo a diversi cicli termici la guttaperca naturalmente estratta dalla resina e dalla linfa di alberi appartenenti al genere *Palaquium* (famiglia delle Sapotacee), che crescono principalmente nell'Asia sudorientale; al termine dei cicli, il polimero naturale (isoprene) viene mescolato con gli altri componenti (ossido di zinco, solfati metallici e cere o resine). La configurazione stereospecifica della guttaperca è stata identificata e descritta da Bunn nel 1942 [87]: nel polimero naturale, che si presenta di colore bianco e di consistenza dura e friabile, le catene di carbonio che costituiscono l'isoprene sono disposte regolarmente. Al termine dei cicli di riscaldamento, le catene polimeriche risultano invece distribuite in una configurazione complessa e disordinata, la fase "beta" [88] nella quale viene commercializzata. A seconda della temperatura, la fase molecolare può variare da "beta" ad "alfa" e "amorfa" [89]:

- 42-48° dalla fase beta si passa alla fase alfa;
- 53-59° dalla fase alfa a una fase amorfa;
- 80° è la temperatura di fusione del polimero.

I manuali di Endodonzia descrivono varie tecniche di otturazione canalare che si estendono dall'uso di solo cemento come riempitivo, all'uso combinato di sealer e coni di guttaperca, alle tecniche di condensazione a freddo o a caldo, sino ad arrivare a sistematiche che utilizzano guttaperca termoplastificata veicolata da carrier.

La scelta della tecnica di otturazione canalare dev'essere operata dal clinico nelle prime fasi del trattamento endodontico. Ogni sistematica d'otturazione richiede, infatti, una sagomatura appropriata del canale tale da consentire un adattamento corretto del materiale scelto per eseguirla e agevolare le tecniche operative. Inoltre, la selezione tra le varie tecniche d'otturazione dovrebbe essere condizionata dall'anatomia canalare oltre che dallo stato fisiopatologico del forame apicale e dei tessuti periapicali adiacenti.

1.2.11) TECNICHE DI OTTURAZIONE CANALARE

Molte sono le metodiche d'otturazione canalare, Greco K. e Cantatore G. in un bellissimo articolo "Un approccio critico alle tecniche di otturazione canalare" [90] ne descrivono vantaggi, limiti e sequenze operative delle principali. A seguire sono stati riportati solo alcuni paragrafi dell'articolo di Cantatore e Greco, cioè quelle riguardanti le tecniche di otturazione canalare adottate nella nostra

ricerca; per una visione integrale dell'argomento si rimanda all'articolo di riferimento.

Tecnica dell'onda continua di condensazione

“La tecnica System B, o tecnica dell'onda continua di condensazione, è stata ideata dall'Endodontista Steve Buchanan per semplificare la tecnica della condensazione verticale a caldo. Questa tecnica, così come descritta originariamente dall'ideatore, prevedeva l'uso di Buchanan pluggers collegati a una sorgente di calore, System B (Sybron Endo), e aventi la duplice funzione di heat carrier e plugger. I Buchanan pluggers sono collegabili al manipolo del System B e attivando il calore, una volta introdotti nel canale, rammolliscono la guttaperca compattandola contemporaneamente in direzione apicale.

Realizzati in acciaio molto duttile, i B pluggers sono disponibili in 5 taglie:

- Medium-Large (conicità .12 ISO 70)
- Medium (conicità .10 ISO 60)
- Fine-Medium (conicità .08 ISO 50)
- Fine (conicità .06 ISO 40)
- Extra Fine (conicità .04 ISO 30)

Il riscaldamento dei pluggers avviene dalla punta verso la base e la possibilità di precurvarli con apposite pinze ne facilita l'uso in canali moderatamente curvi. Il plugger prescelto deve avere la stessa conicità del canale da sigillare e del cono di guttaperca da adoperare. La profondità di penetrazione, secondo Buchanan dovrebbe essere a 5-7 mm dal limite apicale. A tale livello il plugger deve giungere senza interferenze e in maniera agevole. La selezione del plugger deve avvenire prima d'intraprendere le procedure d'otturazione e può risultare utile contrassegnare il limite di penetrazione nel canale con uno stop di gomma da posizionare in corrispondenza del riferimento coronale. La sorgente di calore è un dispositivo con batteria ricaricabile [91] dotato di una manopola per la regolazione della temperatura e di una per la regolazione di potenza di erogazione. Un interruttore consentirà la scelta di modalità di trasmissione del calore, continua o a contatto, mentre, al corpo centrale, tramite un cordoncino in gomma, è collegato il manipolo sul quale s'inseriscono i pluggers. Il manipolo dispone di un interruttore ad anello per l'erogazione del calore con temperatura fissata a 200° C e al massimo della potenza.

I coni di guttaperca non standardizzati adoperati in questa tecnica devono adattarsi perfettamente alla conicità finale di preparazione del canale e avere un diametro in punta corrispondente al diametro apicale misurato nella precedente, fase di gauging. Dopo aver eseguito i test necessari a

valutarne l'adattamento al canale (visivo, tattile, radiografico), il cono di guttaperca è accorciato di 0,5-1 mm o meno se si è in presenza di anatomie curve. Come nella tecnica di Schilder anche nell'onda continua di condensazione sono utilizzati sealer a base ZOE (Pulp Canal Sealer Kerr; Sybron Dental Specialtes, MI), preferibilmente in versione EWT (Extended Working Time) per disporre di tempi di lavoro più prolungati, o cementi a base epossidica (AH Plus Dentsply DeTrey GmbH, Germany). La quantità di cemento deve essere limitata alla punta del cono di guttaperca e, in un sottile strato, alle pareti del canale. L'onda continua di condensazione si esplica, come la tecnica di Schilder da cui deriva, in due fasi: downpack e backfill.

Nella prima fase il cono di guttaperca preselezionato è introdotto nel canale ed è sezionato all'imbocco. Dopo aver regolato la temperatura del System B a 200 gradi si posiziona la punta del plugger sulla guttaperca, si eroga calore azionando l'interruttore ad anello e si progredisce esercitando una leggera pressione sino a 3-4 mm dal punto di impegno del plugger. Questo movimento dev'essere eseguito in un arco di tempo variabile tra 1,5-3,5 secondi [92] ma non deve superare in ogni caso i 4 secondi ritenuti dannosi per il surriscaldamento dei tessuti parodontali. L'erogazione del calore è quindi interrotta mentre si continua a esercitare pressione sul plugger che prosegue il suo movimento in direzione apicale sino ad 1 mm dal suo punto di impegno, anche se più lentamente per via del raffreddamento della guttaperca. Il plugger raffreddato è mantenuto in pressione per 10 sec nella posizione di penetrazione. Questo tempo è necessario per compensare la contrazione del materiale e per consentire al contempo la penetrazione della guttaperca termoplastificata e del cemento, all'interno dei canali accessori e delle diramazioni [86]. Trascorsi i 10 secondi si aziona sul manipolo l'erogazione del calore per 1 sec in maniera da consentire il distacco del plugger e della guttaperca in eccesso. In questa fase si possono effettuare compattazioni aggiuntive con plugger manuali disponibili sia in NiTi, utili in canali curvi, che in acciaio (Buchanan plugger 0,1,2 SybronEndo,CA). Dopo aver eseguito la radiografia di controllo e aver constatato l'adattamento del cono all'apice, si procede con la seconda fase della tecnica, quella del backfilling, che può essere eseguita con gli stessi metodi già descritti per la tecnica di compattazione verticale della guttaperca.

Con la tecnica dell'onda continua di condensazione si è cercato di superare alcuni limiti della tecnica di Schilder. Limiti soprattutto legati alla suscettibilità di errori ai quali il clinico è sottoposto in fase di esecuzione. Il numero elevato di passaggi, così come il tempo necessario per eseguirli, rende infatti molto delicata, e alcune volte non del tutto predicibile, la fase di riscaldamento e compattazione della guttaperca.

Con la tecnica dell'onda continua, disponendo di un unico strumento per il riscaldamento e la compattazione della guttaperca, si può ottenere una riduzione notevole di errori procedurali. I pluggers rammolliscono e compattano in un unico passaggio la guttaperca creando una forte pressione idraulica su di essa e rendendola particolarmente efficace per il riempimento delle complessità anatomiche.

In merito all'adattamento apicale del materiale d'otturazione Buchanan consiglia, nella descrizione

della sua tecnica, di portare il plugger\heat a 5-7 mm dal limite apicale. A tale distanza in realtà non si ottiene una plasticizzazione della guttaperca che, essendo un modesto conduttore di calore, avrebbe necessità di una distanza di 4 mm dalla punta del plugger per poter essere rammollita [93]. La seconda fase della metodica definita backfill comporta il riempimento in direzione apico-coronale del canale sino al suo orificio. Il backfill può essere eseguito a mano o con l'aiuto di dispositivi elettronici appositi come la pistola Obtura II in grado di estrarre la guttaperca già plasticizzata attraverso aghi di argento che ne rallentano il raffreddamento. Nel primo caso (backfill manuale) si posizioneranno nel canale sporcato di cemento dei piccoli segmenti di guttaperca (3-4 mm) che andranno scaldati con il Touch'n Heat o il System B e condensati con un plugger. Si continua sino a riempire completamente il canale. Se si decide di usare la pistola Obtura II o la nuova Obtura III, si introdurrà l'ago di argento nel canale sporcato di cemento sino a farlo venire in contatto con la guttaperca apicale. Dopo avere aspettato alcuni secondi necessari per rammollire la superficie della guttaperca apicale e a favorirne l'adesione in un solo blocco alla guttaperca Obtura, si inizierà ad estrarre la guttaperca dalla pistola Obtura sino ad ottenere il completo riempimento del canale. La guttaperca può essere inserita in un unico segmento o in porzioni più piccole da condensare progressivamente con i pluggers. Il controllo radiografico post-operatorio confermerà la compattezza dell'otturazione e l'assenza di vuoti.

Più di recente sono stati commercializzati sistemi che uniscono il manipolo per il downpack e quello per il backfill in un unico dispositivo. Tra questi ricordiamo il Calamus Dual (Dentsply Maillefer) e l'Element (Sybron Endo). Nel caso del Calamus sono disponibili solo 3 punte per il downpack con diametri in punta e conicità rispettivamente di 0,4mm e 3%, 0,5mm e 5%, 0,6mm e 6% per canali sottili, medi e larghi. Al contrario l' "ElementS Unit" presenta un Kit di punte per il downpack più simile a quelle del System B originario con diametro in punta e conicità rispettivamente di 0,3mm e 4%, 0,5mm e 6%, 0,5mm e 8%, 0,5mm e 10% e 0,5mm e 12%. Per il backfill entrambi i sistemi utilizzano cartucce di guttaperca con aghi incorporati con Gauge 20 e 23.

Tecniche "carrier-based" (Thermafil e simili):

Nel corso degli ultimi anni il sistema di otturazione canalare Thermafil si è andato sempre più diffondendo fra gli operatori, generici o specialisti, grazie alla semplicità d'utilizzo ed all'elevata predicibilità dei risultati che esso consente.

Il sistema d'otturazione Thermafil fu ideato dal Dott. Ben Johnson nel 1978 che ne illustrò la sistematica in un articolo del JOE. Questo sistema d'otturazione canalare venne introdotto in commercio agli inizi degli anni 90 sotto forma di un K-File ricoperto da un uniforme strato di guttaperca che, riscaldata tramite una fiamma Bunsen (nella parte blu, più fredda), veniva inserito nel canale già verniciato da cemento canalare. Questa prima versione degli otturatori non permetteva di poter rimuovere il carrier metallico per il posizionamento di perni endocanalari creando così particolari difficoltà in caso di ritrattamenti. Nella fase di inserimento all'interno del canale inoltre

la guttaperca tendeva a staccarsi dal carrier rendendo incomplete le otturazioni soprattutto nella regione del terzo apicale. Successivamente il carrier metallico è stato sostituito da uno di plastica radiopaco che, analogamente agli strumenti endodontici manuali, si distingueva per un manico colorato e una lunghezza di 25 mm. La presenza di un solco longitudinale sull'intera lunghezza del carrier ha sia la funzione d'incrementarne la flessibilità, mediante una riduzione di massa, sia di facilitarne la rimozione in caso di ritrattamento. Il diametro in punta del carrier è indicato dal colore secondo la standardizzazione ISO e la profondità di penetrazione è contrassegnata da rilievi circolari posizionati a 18-19- 20-22 e 24 mm dalla punta.

Gli otturatori Thermafil sono disponibili in due differenti versioni con diverse caratteristiche di diametro e conicità:

- otturatori classici disponibili in 17 taglie, da 0.20 a 1.40 mm di diametro in punta e conicità tra il 4 ed il 5%.

- GT Thermafil obturator introdotti dal Dott. Buchanan come complemento al sistema di strumentazione GT Rotary Files. Il Thermafil GT corrisponde esattamente allo strumento rotante GT File eccetto che per una conicità leggermente inferiore per prevenire il contatto del carrier con le pareti canalari e per lasciar spazio al flusso di guttaperca e cemento. Il carrier del Thermafil è ricoperto per circa 16 mm dalla guttaperca che sopravanza la punta di circa 1 mm. Essa si presenta dura e friabile allo stato solido, ma quando viene riscaldata diventa appiccicosa, lucida e rigonfia assumendo eccellenti caratteristiche di adesione e di scorrevolezza [94] [95]. Dopo essere stata termoplastificata, in un apposito fornello a temperatura controllata, la guttaperca Thermafil risolidifica circa 1 minuto e 30 secondi dopo tornando alle caratteristiche iniziali di friabilità e durezza. Numerosi lavori in Letteratura hanno dimostrato come la guttaperca Thermafil abbia un'elevata capacità di penetrare e sigillare i tubuli dentinali. Tale capacità di penetrazione non sembra essere influenzata dalla presenza di cemento il quale appare combinarsi con la guttaperca in una specie di "cemento-perca", con elevata capacità di sigillatura nella quale è impossibile distinguere al SEM i due componenti originari [95]. La sistemica Thermafil dispone di verificatori metallici utili per eseguire la scelta del carrier che deve giungere passivamente alla lunghezza di lavoro. Tali verificatori realizzati in lega Ni-Ti, simili ai Profile, sono disponibili in 12 taglie con diametro in punta da 0,20 a 0,90 mm e conicità del 5%, leggermente superiore a quella del carrier dell'otturatore che è del 4%. I verificatori non sono reperibili per i GT Obturators, sicché l'ultimo GT utilizzato alla lunghezza di lavoro fungerà da verificatore.

Un'alternativa all'uso dei verificatori metallici, utili per perfezionare la sagomatura canalare ma al contempo capaci di produrre del fango dentinale, è quella di utilizzare come verificatore il carrier dell'otturatore denudato della guttaperca. Gli otturatori vengono riscaldati nel fornello Thermaprep che consente la termoplastificazione a temperature differenti in relazione al diametro dell'otturatore stesso. L'otturatore deve essere alloggiato nell'apposito inserto e, dopo aver selezionato il tasto del diametro corrispondente all'otturatore, viene attivato il pulsante di avvio al riscaldamento. Una volta rimosso l'otturatore dal fornello è comunque necessario sincerarsi dell'avvenuta

termoplastificazione della guttaperca; essa dovrà apparire rigonfia, lucente e filante. Se così non fosse sarebbe necessario ripetere il ciclo di riscaldamento. Dopo aver inserito l'otturatore all'interno del canale viene tagliato il carrier sul gambo con frese per turbina in acciaio inossidabile a punta sferica. Queste frese, che prendono il nome di "Thermacut", esercitano la loro azione di taglio mediante il calore prodotto per attrito considerando che vengono fatte girare a secco. Esse hanno una lunghezza standard di 25 mm e vengono prodotte in 4 diametri differenti. La preparazione per l'alloggio del perno endocanalare è eseguita con le frese apposite d'acciaio Post-space reperibili in 2 diametri con lunghezza di 25 o 31 mm. Queste frese lisce a fessura hanno una punta arrotondata e presentano due solchi trasversali lungo il gambo utili per rimuovere i detriti. Utilizzate a secco per azione del calore prodotto dalla frizione riescono a rimuovere il carrier e la guttaperca alla profondità desiderata. La porzione del canale destinata a ricevere il perno dev'essere controllata sotto sistema ingrandente per accertarsi che l'anima in plastica del carrier sia stata rimossa interamente. In alcuni casi infatti lo spazio per l'alloggio del perno può apparire vuoto mentre in realtà la plastica del carrier è distribuita contro le pareti del canale dalle post-space. L'osservazione del canale al microscopio operatorio consentirà di rimuovere accuratamente tutti i residui dell'otturatore agevolando le successive procedure d'adesione del restauro post-endodontico. La sagomatura canalare ideale per l'otturazione Thermafil deve consentire il facile inserimento del carrier e lasciare così lo spazio per il flusso di cemento e guttaperca [96] [97]. I classici otturatori presentano una conicità del carrier di .04 e pertanto la conicità finale del canale dovrebbe essere compresa tra .05 e .06. Nel caso dei Thermafil GT la corretta conicità del canale è determinata dall'ultimo strumento GT che lavora in apice. I Thermafil GT presentano infatti un carrier con una conicità leggermente inferiore rispetto al corrispondente GT Rotary File. La scelta dell'otturatore Thermafil può essere fatta utilizzando il carrier denudato della guttaperca. Inserendo il carrier nel canale esso dovrà arrestarsi a un millimetro dalla lunghezza di lavoro affinché solo la guttaperca e il cemento scorrerà verso la regione apicale sigillandola ermeticamente. L'otturatore selezionato avrà lo stesso diametro del carrier. A parità di carrier con differente diametro, che raggiungano la corretta lunghezza di lavoro, deve essere scelto l'otturatore corrispondente al carrier con maggior diametro. La corretta profondità di penetrazione deve essere sempre controllata da una radiografia endorale periapicale. Poiché il quantitativo di guttaperca che sopravanza la punta del carrier è variabile è consigliabile rimuovere, col la lama di un bisturi, una parte di guttaperca fino a rendere visibile il carrier; ciò permette, allo stesso tempo, di ridurre notevolmente il rischio di estrusione di materiale oltre apice. Uno dei rischi maggiori associato alla tecnica Thermafil è l'estrusione oltre apice di cemento. Questo rischio può essere ridotto utilizzando quantità minime di cemento da inserire all'interno del canale con coni di carta sterili. Si consiglia l'uso di tre coni di carta per l'applicazione del sealer. Il primo cono è utilizzato come veicolo del cemento nel canale, il secondo lo distribuisce perimetralmente lungo le pareti e il terzo ne rimuove gli eccessi. Un ulteriore accorgimento per ridurre il rischio di sovrariempimento riguarda la velocità d'inserimento dell'otturatore nel canale. L'otturatore Thermafil dovrebbe raggiungere la corretta lunghezza di lavoro in 6 sec. Una velocità maggiore d'inserimento è infatti

associata ad un incremento della spinta idraulica verticale e ad una conseguente fuoriuscita di materiale oltre apice. Lo scorrimento dell'otturatore deve essere facilitato da piccole escursioni orarie ed antiorarie finché non raggiunge la lunghezza prefissata. L'otturatore va tenuto in leggera pressione per 8-10 secondi prima di essere sezionato all'imbocco con la fresa Thermacut. Se si dovesse verificare un inconveniente, durante la sequenza operativa, quale precoce raffreddamento della guttaperca o impossibilità di raggiungere la lunghezza di lavoro, sarà opportuno effettuare una radiografia di controllo prima di sezionare il carrier; in caso di errore sarà infatti semplice rimuoverlo per ripetere la procedura di otturazione. L'otturatore introdotto nel canale genera una compressione dell'aria verso il periapice che potrebbe essere responsabile di un leggero dolore post-operatorio della durata non superiore ai 3-4 gg. Un dolore persistente per più di 7 giorni potrebbe essere riferito ad errori nella strumentazione (sovra o sotto strumentazione) o a sovrariempimento. Sia rispetto alla condensazione laterale o verticale che al System B, il Thermafil sviluppa forze di condensazione più basse. Tuttavia, la bassa viscosità della guttaperca, associata all'effetto cuneo dato dalla relazione tra conicità del canale e carrier, consentono a questa tecnica di sigillare tubuli dentinali e canali laterali. La capacità della guttaperca Thermafil di otturare canali laterali è stata dimostrata essere uguale a quella della condensazione verticale o del System B e significativamente superiore rispetto a quella della condensazione laterale, a freddo o a caldo, e del sistema Obtura. Molte critiche sono state mosse alla tecnica Thermafil circa la possibilità che l'anima in plastica del carrier possa entrare a contatto con le pareti canalari o, circostanza ancor più grave, con la regione del terzo apicale. A tal proposito molti studi hanno verificato le relazioni tra guttaperca, cemento, carrier e pareti del canale e hanno dimostrato come nella tecnica Thermafil la guttaperca, in virtù della sua elevata capacità di adattamento alle pareti canalari, possieda ottima capacità di adattarsi alle pareti del canale, paragonabile a quella della condensazione laterale o verticale a caldo, a condizione che la conicità di preparazione del canale sia superiore a quella del carrier. Preparazioni del canale con conicità non opportune alla sistematica Thermafil, uguali o peggio ancora inferiori rispetto a quella del carrier, non consentiranno alla guttaperca di defluire apicalmente causando la "denudazione" del carrier [97] [98].

In merito alle relazioni tra guttaperca, carrier e pareti canalari si possono verificare due possibilità:

- Il carrier è ben centrato a tutti i livelli rispetto al lume canale, uniformemente circondato da guttaperca e senza alcun contatto con le pareti del canale. Questa situazione si verifica soprattutto nei canali larghi e con sezione trasversale arrotondata.
- Il carrier è in posizione eccentrica con sottili strati di guttaperca tra carrier e pareti del canale nel punto di massima vicinanza con il canale [98] [99]. Questa situazione si verifica più spesso nei canali lunghi e curvi e nei canali irregolari quali canali ellittici, a "C" o "reniformi". In tali casi comunque il carrier è eccentrico soltanto nel terzo coronale e medio del canale mentre nel terzo apicale esso si posiziona sempre in maniera ben centrata rispetto al canale [98] [100] [101].

Otturatore Thermafil: il carrier in plastica è avvolto dalla guttaperca per circa 16 mm.

In questi casi quindi il sigillo ermetico della guttaperca Thermafil non viene ostacolato; vari studi

effettuati sulla micro-infiltrazione apicale [98] [102] [103] hanno infatti dimostrato come l'otturazione con Thermafil e cemento sia superiore alla tecnica di condensazione laterale riguardo alla capacità di sigillo apicale ermetico, mentre ha un comportamento sovrapponibile con la tecnica di compattazione verticale. Il ritrattamento dei casi Thermafil ha rappresentato da sempre una difficoltà per molti operatori. Soprattutto nella prima versione dei Thermafil con carrier metallico il ritrattamento rappresentava le stesse difficoltà dei ritrattamenti di denti con strumenti fratturati. L'introduzione del carrier in plastica ha successivamente semplificato le procedure di rimozione dell'otturatore e quelle relative alla preparazione dello spazio per perni endocanalari. La rimozione del carrier in plastica può infatti essere agevolata da mezzi fisici (calore), chimici (solventi) e meccanici (strumenti canalari) da soli o associati. Il carrier presenta inoltre un solco longitudinale allo scopo di creare uno spazio, con la parete del canale, nel quale gli strumenti possano più facilmente inserirsi per agevolarne la rimozione.

La tecnica Thermafil è una tecnica con una rapida curva d'apprendimento e in grado di far ottenere dei risultati eccellenti a condizione che vengano eseguiti tutti i passaggi correttamente. Rispetto ad altre tecniche d'otturazione necessita di diametri di preparazione ridotti e ciò la rende particolarmente adatta al trattamento di casi con curvature più o meno complesse e in canali lunghi, lì dove è molto complicato portare uno spreader o un plugger a 4 mm dall'apice per termoplastificare la guttaperca.

2) GLI APICI AMPI:



Un "apice aperto" si trova sia nella fase di sviluppo della dentizione permanente e nella decidua, come sequela della morte pulpare in seguito a trauma o carie o come risultato di un riassorbimento patologico o fisiologico di denti decidui a causa dell'eruzione del successore [104]. Potrebbe anche essere iatrogena, ovvero il risultato di una sovrastumentazione dell'apice da parte dell'operatore, oppure dopo un intervento di apicectomia [105].

Il termine apice ampio è spesso usato per descrivere un forame apicale eccezionalmente ampio, in cui la preparazione di uno "stop apicale" è difficile, se non impossibile da raggiungere.

La definizione dell'apice ampio varia a seconda degli autori ed è riflessa dalla dimensione ISO minima utilizzata per descriverlo:

-ISO 40 [106],

-ISO 45 [107],

-ISO 60 [108] [120],

-ISO 80 [109] [110],

-ISO 100 [111].

Secondo Moore [110] con queste dimensioni, un file canalare può passare liberamente il forame apicale e potrebbero esserci prove radiografiche di apice aperto.

Ci sono poche informazioni per quanto riguarda l'anatomia degli apici ampi. In un'analisi radiografica del permanente immaturo di denti di 7,5-15 anni, descritto da Friend nel 1966 [109] ci sono tre tipi di apici aperti: divergenti, paralleli e affusolato. Ha constatato che lo sviluppo della radice nel piano labio-linguale è in ritardo rispetto a quello in un mesio-distale. Friend nel 1967 [121] ha quindi concluso che è impossibile strumentare perfettamente la porzione apicale di questi canali. Questo è supportato da altri studi, che suggeriscono difficoltà nella preparazione meccanica e il riempimento di tali canali può portare a un'infezione residua [112].

Vi è quindi una necessità di linee guida cliniche per la determinazione della lunghezza di lavoro dei denti con apici ampi perché a oggi è consigliato dalla letteratura la determinazione della lunghezza di lavoro radiografica [113]

Determinazione della lunghezza di lavoro per apici ampi:

Secondo la Società Europea di Endodonzia (2006) si raccomanda l'uso di un localizzatore di apice elettronico (EAL) seguito dalla conferma della lunghezza del canale con una radiografia eseguita a tecnica parallela durante il trattamento del canale radicolare. Se lo strumento nel canale sembra essere più di 3 mm distante dall'apice radiografico, la lunghezza di lavoro deve essere regolata. Anche se la radiografia è il metodo principale per selezionare le lunghezze di lavoro durante il

trattamento dei denti con apici ampi, casi clinici e studi clinici hanno riportato variazioni nella tecnica. Numerosi ricercatori raccomandano il metodo di Ingle [114], la stima radiografica della lunghezza utile 1-2 mm inferiore all'apice radiografico determinato da una radiografia preoperatoria o dal senso tattile [114] [109] [117] [118] [119], mentre Van Hassel & Natkin [115] strumentano l'apice radiografico durante il trattamento del dente immaturo con apice aperto.

Whitworth & Nunn [116] hanno suggerito di preparare i canali 2-3 mm inferiore alla lunghezza di lavoro ottenuta da una radiografia periapicale preoperatoria non distorta.

Moore [110] riporta di usare entrambi i metodi: radiografie e EAL. È stato anche suggerito da Friend nel 1966 [109] e Duell nel 1973 [117] di non eseguire l'anestesia locale, perché come qualsiasi sensibilità o emorragia può indicare la necessità di regolare la lunghezza del file.

Misurazione alternativa della lunghezza di lavoro per apici aperti:

Diversi studi hanno studiato altri metodi di misurazione della lunghezza di lavoro per denti con apici aperti. Baggett et al. [122] hanno valutato una tecnica tattile con punti di carta e hanno affermato che è paragonabile alla radiografia e non è influenzata dalle dimensioni dell'apice o dalla presenza di una patologia periapicale. La tecnica prevedeva l'utilizzo di un punto di carta di dimensione 30 posto nel canale e avanzato fino a quando non si è avvertita una resistenza. Gli autori hanno trovato che questo metodo era accurato entro 1 mm dalla lunghezza diagnostica radiografica per il 95% del tempo e hanno concluso che una radiografia di lunghezza operativa non era necessaria quando questo metodo è stato impiegato. Un difetto della tecnica è che se i tessuti molli periapicali si estendono nel canale, la lunghezza di lavoro potrebbe risultare sottovalutata. Fino a 3 mm di tessuto molle erano presenti in due dei 35 casi studiati [122]. Inoltre, c'è il potenziale di sovraccarico quando il livello del terminale apicale, influenzato dal riassorbimento patologico, è irregolare. Questo può non essere evidente dal punto di vista radiografico, specialmente se l'aspetto più corto è in direzione bucco-linguale. Per superare questo problema, ElAyouti et al. [120] hanno proposto un metodo tattile che prevede l'uso di K-file 25 piegato in punta, con l'orientamento contrassegnato da un anello di silicone. Il file era piegato per facilitare la facilità d'uso. Questo metodo può essere limitato a curvature del canale relativamente dritte (<10 gradi). Sono necessarie prove cliniche per valutare ulteriormente questo metodo, specialmente nei canali curvi. Anche se non si è mai dimostrata accurata per gli apici aperti, la tecnica del punto carta descritta da Rosenberg [123] per integrare le letture iniziali EAL potrebbe essere presa in considerazione per la determinazione della lunghezza di lavoro degli apici aperti in canali relativamente rettilinei (10 gradi). La tecnica è descritta come segue: dato che il canale è asciutto, un punto di carta iniziale viene posto 0,5 mm più corto della lunghezza EAL indicata. Se il punto esce asciutto, viene fatto avanzare apicalmente nel canale in piccoli incrementi (0,25 mm) sotto ingrandimento fino a quando non viene raccolto un po' di fluido. Un altro cono di carta è usato appena più corto di questo punto, e la lunghezza di lavoro è quindi la lunghezza massima che un punto può essere posizionato nel canale e rimane asciutto. Rosenberg

[123] ha avvertito che il cono di carta deve rimanere in breve contatto prima di qualsiasi azione capillare. Uno studio che utilizzava denti di stato periapicale sconosciuto ha convalidato questo metodo utilizzando la tomografia computerizzata [124]. Dopo la valutazione del punto di carta e l'estrazione dei denti, sono stati posizionati e ripresi i k-files e il metodo è risultato affidabile nei canali rettilinei. La precisione è stata dell'87% entro 0,5 mm dal forame apicale, con un'elevata ripetibilità. Tuttavia, i prerequisiti includevano un canale secco e tessuto periapicale umido, che non erano ottenibili in otto degli 84 canali dello studio.

È necessaria quindi una definizione chiara di ciò che genera un apice "ampio" e sono necessarie ulteriori ricerche su come rappresentare al meglio i dettagli molto fini dell'apice radicolare. Clinicamente, a causa delle loro limitazioni, all'utilizzo di EAL e radiografie dovrebbero essere integrati altri metodi, specialmente quando si tratta di trattamenti di apici molto ampi.

Non sono stati condotti studi a lungo termine per valutare tecniche supplementari.

Inoltre, sono necessari ulteriori studi per mostrare l'accuratezza durante la ricerca della lunghezza di lavoro in caso di riassorbimento apicale [20].

2.1) UTILIZZO DELLA CBCT IN ENDODONZIA:



La tomografia computerizzata a fascio conico (CBCT) o digitale volume tomography (DVT) è un sistema di imaging extraorale che produce scansioni tridimensionali del complesso maxillo-facciale [125]. Questa tecnologia esiste fin dagli anni '80 in campo medico [126] ed è stata sviluppata più recentemente per l'uso in odontoiatria. Si è evoluto in un apparato di imaging pratico ed affidabile, che sta acquisendo rapidamente importanza in ambito odontoiatrico [127].

2.1.1) Principi Tecnici

La CBCT impiega un fascio di raggi X a forma di cono. L'intero volume tridimensionale dei dati del paziente viene acquisito in un unico giro della sorgente e del rilevatore di raggi X [128] [129]. La sorgente di raggi X ed il rilevatore ruotano tra 180° e 360° attorno alla testa del paziente, a seconda dello scanner utilizzato. Ciò si traduce in un volume sferico o cilindrico di dati, descritti come campi visivo ("field of View", FOV). Gli scanner CBCT a FOV limitato catturano piccoli volumi di dati che possono includere solo due o tre denti singoli. La maggior parte dei sistemi CBCT scansiona il paziente in posizione seduta. I tempi di scansione richiedono in genere tra 10 e 40 secondi, a seconda dello scanner utilizzato e dei parametri di esposizione selezionati. Il tempo di esposizione effettivo è una frazione di questo, pari circa a soli 2-5 secondi. Un software sofisticato elabora i dati raccolti in un formato che ricorda da vicino quello prodotto dagli scanner CT medici. Le immagini

ricostruite vengono generate in pochi minuti.

I dati acquisiti dalla CBCT vengono acquisiti in termini di volume, che sono costituiti dai voxel. Con l'imaging digitale, l'immagine è composta da pixel. Nel caso della CBCT, invece, i voxel rappresentano la versione tridimensionale dei pixel. I voxel CBCT sono isotropici, il che significa che sono uguali in tutte e 3 le dimensioni. Gli oggetti catturati all'interno del volume possono essere misurati con precisione in varie direzioni. Le immagini possono essere visualizzate in diversi modi. Per esempio, le immagini possono essere visualizzate simultaneamente nei 3 piani ortogonali, assiale, sagittale e coronale. Selezione e spostamento del cursore su un'immagine simultaneamente alterano le altre sezioni costruite. Ciò consente di indagare un'area su 3 dimensioni in "tempo reale". Il rendering superficiale, che è una tecnica per visualizzare una rappresentazione geometrica di una superficie da un set di dati del volume tridimensionale, rende possibile la riproduzione di immagini tridimensionali.

2.1.2) Utilizzo della CBCT in Odontoiatria

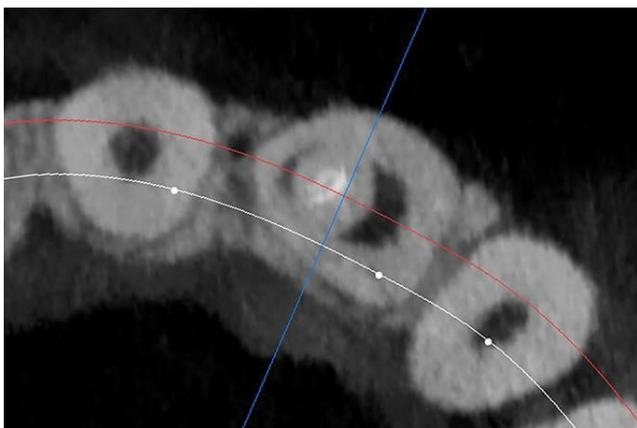
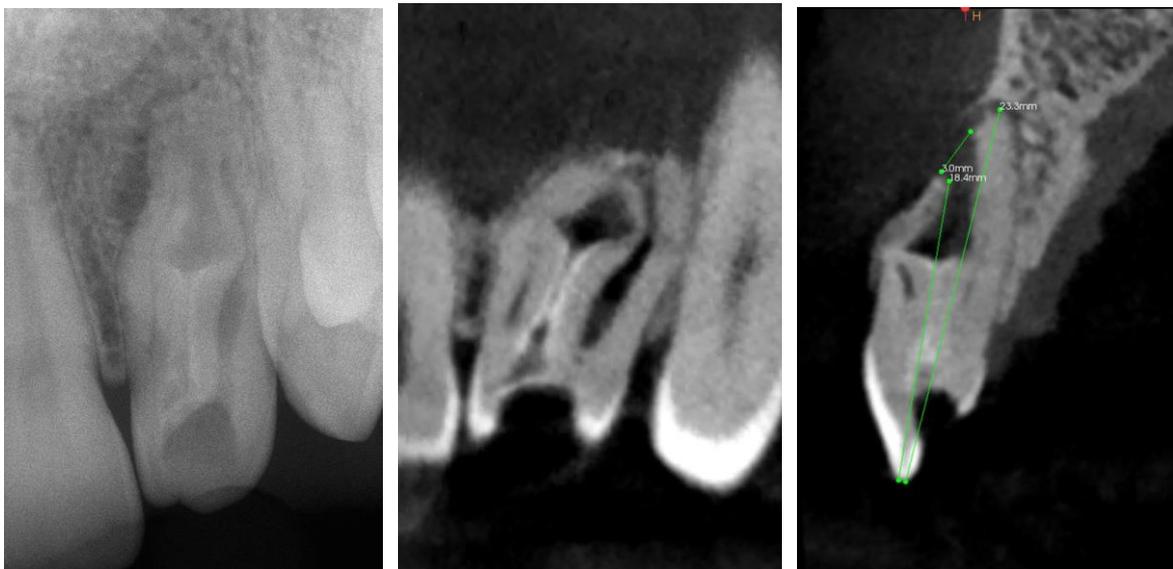
Nonostante fino ai primi decenni dalla messa a punto della tecnologia CBCT essa fosse utilizzata in molti ambiti clinici (angiografia, radioterapia, chirurgia), la disciplina radiologica che ne ha decretato il maggior successo è sicuramente quella relativa al distretto dento-maxillo-facciale. La relativa economicità dell'apparecchiatura, la possibilità di installazione in piccoli studi medici, l'alta risoluzione spaziale, la possibilità di ricostruire l'immagine sui tre piani dello spazio e su sezioni trasversali e la non eccessiva dose di radiazione somministrata ai pazienti, hanno fatto sì che il suo impiego sia, in determinati casi, uno standard della pratica comune [130]. La CBCT ha rivoluzionato la diagnostica odontoiatrica, fornendo uno strumento in grado di dare informazioni altrimenti difficilmente ottenibili con gli strumenti convenzionali (OPT, RX endorali, cefalometria) con una dose di radiazioni non eccessiva. Grazie a questa tecnologia si ha la possibilità di ottenere misure molto precise dell'anatomia del paziente, di visualizzare con estrema precisione e senza sovrapposizioni le varie strutture e i loro rapporti e poter studiare i tessuti del complesso maxillo-facciale sui vari piani ed in sezione. (FDA)

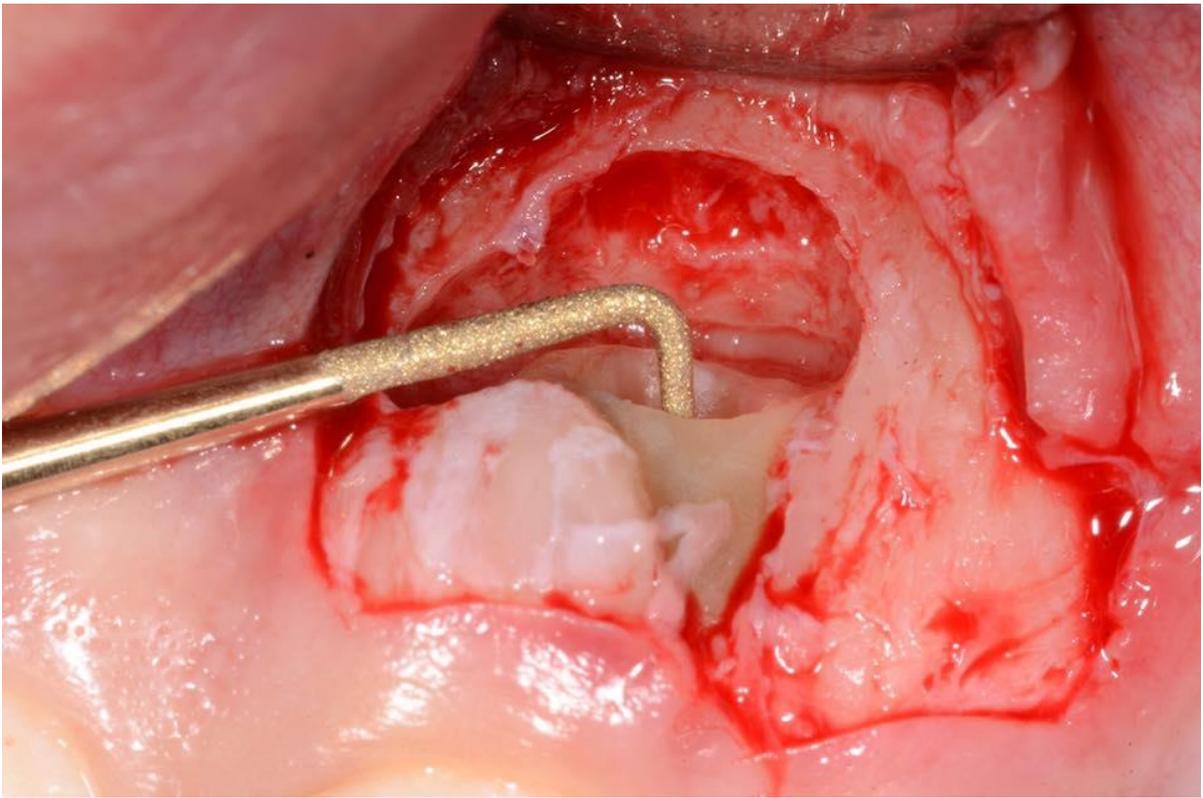
2.1.3.) Applicazioni in Endodonzia:

La letteratura pubblicata suggerisce che le immagini CBCT siano qualitativamente e diagnosticamente superiori rispetto alle tecniche di imaging 2D per la descrizione e rappresentazione delle lesioni periapicali, più precisamente dimostrando la giustapposizione al seno mascellare, il coinvolgimento della membrana di Schneider e la localizzazione della lesione relativamente al canale mandibolare. La CBCT può anche essere utilizzata per determinare il numero e la morfologia di radici e canali ad esse associati (siano essi principali o accessori), stabilire la lunghezza di lavoro, determinare il tipo e il grado di angolazione delle radici, e inoltre fornisce una

reale valutazione delle otturazioni canalari (preesistenti e non) [131] [132]. Oltretutto, la CBCT è stata suggerita per classificare la fonte della lesione come endodontica o non endodontica, cosa che potrebbe influenzare la scelta del trattamento. Rilevare fratture verticali e orizzontali della radice e misurare la profondità della frattura dentinale, è utile a causa dell'assenza di sovrapposizioni e proiezioni tipiche dell'imaging 2D [133]. La CBCT permette non solo una diagnosi precoce di riassorbimento radicolare (interno e/o esterno), ma anche di identificare l'estensione della lesione. La rappresentazione delle estensioni pulpari (cornetti) a livello delle cuspidi di taglio e la localizzazione di strumenti fratturati sono semplificati dall'imaging CBCT. L'analisi di preparazioni biomeccaniche dei canali radicolari utilizzando la tecnologia CBCT è stata resa possibile grazie alla sua affidabilità e precisione [134] [135].

Vediamo un caso del Prof. Andrea Polesel trattato brillantemente grazie all'ausilio della CBCT





*per gentile concessione di: Prof. Andrea Polese

2.1.4) Requisiti specifici per l'Endodonzia

La valutazione radiografica tridimensionale dei denti e dei tessuti circostanti ad essi con la CBCT è auspicabile per aiutare la diagnosi e/o la gestione di casi endodontici complessi [136]. L'uso della CBCT in Endodonzia sta aumentando rapidamente in tutto il mondo, e questo si riflette nelle dichiarazioni pubblicate da diverse società specializzate (European Society of Endodontology 2014, American Association of Endodontists/American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology CBCT position statement, 2015). I limiti della radiografia convenzionale sono ben noti. La resa diagnostica delle immagini bidimensionali generate [137] è alterata, a vari livelli, dal rumore anatomico che maschera l'area di interesse [138] e dalla distorsione geometrica [139]. La natura tridimensionale della CBCT va oltre alcune di queste limitazioni [140]. Ci sono dati insufficienti all'interno di meta-analisi o revisioni sistematiche che valutano l'uso della CBCT in Endodonzia. L'imaging CBCT in Endodonzia richiede dettagli e risoluzione eccezionalmente elevati per apprezzare le complessità del sistema canalare e del parodonto. L'alta risoluzione delle immagini ha il costo di una maggiore esposizione alle radiazioni del paziente. Solo scansioni CBCT con FOV di piccole dimensioni sono raccomandate per la diagnosi e la gestione dei problemi endodontici. Una scansione a FOV limitato riduce il volume di tessuto esposto e, quindi, la dose efficace di radiazioni, ma, fortunatamente, riduce anche la dispersione, migliorando la qualità dell'immagine. Le immagini generate possono essere facilmente degradate dal sottile movimento del paziente; i macchinari più adatti per mantenere la stabilità del paziente sono quelle in cui quest'ultimo si siede, o, addirittura, si sdraia, piuttosto che restare in piedi [141]. Questa è una considerazione importante quando si utilizza l'imaging CBCT, poiché le unità CBCT dedicate sono spesso progettate per avere un paziente seduto o in posizione supina mentre le unità panoramiche/CBCT ibride solitamente hanno il paziente in piedi. La tendenza delle unità ibride panoramiche/CBCT sembra essere attualmente l'area di crescita predominante nell'imaging CBCT, molto probabilmente perché queste ultime risultano essere più economiche e multifunzionali. Tuttavia, è necessario riconoscere che la qualità dell'immagine rischia di essere inferiore.

2.1.5) La radiografia bidimensionale in Endodonzia

La diagnosi in endodonzia non può prescindere dall'esame radiologico [142]. Nella moderna endodonzia, che considera il trattamento endodontico un atto di precisa chirurgia odontoiatrica, l'attento studio della radiografia preoperatoria assume un ruolo di primaria importanza. Tuttavia, bisogna ricordare, che l'immagine radiologica rappresenta un'ombra bidimensionale di uno spazio tridimensionale e quindi, come ogni ombra, l'immagine radiografica può risultare non corrispondente alla realtà [143]. Dipenderà dall'esperienza del professionista stabilire, durante l'osservazione e analisi dell'immagine, quale sia la correlazione esistente tra il radiogramma stesso e la formazione anatomica in esame. Infatti, da un'attenta revisione della letteratura si è evidenziato come le lesioni

patologiche limitate alla sola midollare ossea spesso non vengano evidenziate ed inoltre che l'ampiezza e le dimensioni delle lesioni stesse sono nella realtà clinica decisamente più ampie rispetto alla loro rappresentazione radiografica.

2.1.6) Tecniche di radiologia endorale

La radiologia tradizionale endorale periapicale ha da sempre rappresentato il più valido ausilio nel trattamento endodontico in toto e continua ad essere la tecnica elettiva nella routine, nonostante i suoi limiti conosciuti abbiano stimolato la ricerca nello studio e nello sviluppo di nuovi sistemi di immagine. Per ottenere un'elevata qualità diagnostica è fondamentale che la pellicola radiografica abbia le seguenti caratteristiche:

- Dettaglio: rappresentato dalla nitidezza;
- Densità: data dal grado di annerimento dell'immagine;
- Distorsione: da essa dipendono i cambiamenti di forma e dimensione del corpo radiografato;
- Contrasto: consiste nelle varie gradazioni del grigio in zone adiacenti della stessa pellicola.

La densità e il contrasto sono essenziali per l'interpretazione della pellicola. I parametri che influenzano la densità e il contrasto sono il voltaggio, il tempo di esposizione e soprattutto lo sviluppo della pellicola. Per raggiungere questi obiettivi è consigliabile usare apparecchi radiografici a cono lungo in modo da ottenere la maggiore distanza possibile tra pellicola e sorgente radiante, fattore indispensabile per limitare la distorsione dell'immagine. Gli apparecchi radiografici ad uso odontoiatrico attualmente in commercio hanno un kilovoltaggio compreso tra 65 e 90 kV. Inoltre, il fascio radiante deve essere il più possibile perpendicolare alla pellicola e di conseguenza al corpo da radiografare per ridurre l'ingrandimento dell'immagine. Per i radiogrammi periapicali possono essere impiegate due tecniche di esecuzione: la tecnica della bisettrice e dei raggi paralleli [144].

Tecnica della bisettrice: La pellicola va posizionata a diretto contatto con i denti e con le parti molli. La tecnica prevede che la pellicola sia mantenuta dalle dita del paziente. Di conseguenza la pellicola risulta vicina alla corona del dente, ma risulta distante dalle radici a causa delle curvature del palato e del fornice interno della mandibola. La pellicola e l'asse lungo del dente formano un angolo: il fascio radiante viene diretto perpendicolarmente alla linea immaginaria che biseca l'angolo compreso tra la pellicola e l'asse lungo del dente. La maggiore distorsione dell'immagine rispetto alla tecnica dei raggi paralleli è dovuta al fatto che il fascio radiante attraversa il dente obliquamente. Inoltre, la qualità diagnostica dell'immagine dipende strettamente dalle varianti anatomiche del palato e del fornice linguale che non sempre consentono di ottenere un'immagine sovrapponibile alla realtà.

Tecnica dei raggi paralleli: È la tecnica radiografica endorale che fornisce le immagini con la minima distorsione possibile e pertanto è da prediligere. L'ingrandimento dell'immagine con questo sistema è pari al 5.4%. La tecnica prevede il posizionamento della pellicola parallelamente all'asse lungo dei denti e il fascio radiante diretto perpendicolarmente all'asse lungo dei denti e della pellicola. Per ottenere il parallelismo tra la pellicola e l'asse lungo dei denti vengono impiegati dei particolari supporti porta pellicola detti centratori. Il centratore più comunemente impiegato è il centratore di Rinn che risulta composto da tre parti:

- Supporto portapellicola
- Braccio metallico
- Anello di centraggio in plastica.

L'impiego dei centratori consente di standardizzare la tecnica e di evitare le distorsioni dovute alle varianti anatomiche individuali. Nonostante le radiografie eseguite con la tecnica parallela siano le più accurate, è opportuno tenere presente che ripetute radiografie della stessa zona non sono completamente sovrapponibili anche quando effettuate con l'ausilio di "bite blocks" fabbricati sul morso del paziente. È opportuno ricordare che i denti pluriradicoliati possono presentare anatomie sia convergenti che divergenti: situazioni nelle quali non è semplice eliminare completamente un certo livello di distorsione geometrica, dato che non si ottiene facilmente il posizionamento della pellicola parallelo all'asse lungo di ciascuna radice. Angolando il tubo radiogeno di 10-15° sul piano orizzontale, le strutture anatomiche che si trovano più vicine alla pellicola o al sensore, saranno quelle che si spostano meno sul piano, secondo il principio di parallasse. Questo accorgimento di angolare le proiezioni radiografiche è utile per "sdoppiare" le strutture anatomiche, che in una immagine bidimensionale quale è la radiografia tradizionale risulterebbero sovrapposte (es.: radici mesiali dei molari mandibolari; canali contenuti nella stessa radice; associazione di una lesione apicale con una radice in particolare, sovrapposizione di strutture anatomiche al dente in esame; valutazione di un riassorbimento interno o esterno al canale) [144].

2.1.7) Radiologia endorale digitale

Il sistema di immagine digitale (IDD), introdotto in campo odontoiatrico nel 1989 dal francese Mouyen sotto il nome di Radiovisiografia (RVG), rappresenta un'importante evoluzione nella rilevazione delle immagini radiografiche. L'apparecchiatura necessaria all'esecuzione di un esame RVG consta di tre componenti fondamentali:

- Un sistema di generazione e di captazione dei raggi;
- Un sistema di visualizzazione delle immagini;
- Un sistema di elaborazione delle immagini.

Il sistema di captazione dell'immagine digitale è costituito da un sensore collegato ad un computer

che elabora l'immagine a mezzo di apposito software. I sensori utilizzati nella radiologia digitale sono di tre tipi: CCD, CMOS e PSP (Photostimulable Phosphor). In particolare, i sensori CCD (Charge coupled device) sono sensori di prima generazione, detti sensori solid-state. Quantificano l'intensità della radiazione incidente, ne generano una carica elettrica quantificata in voltaggio che viene poi convertita in digitale e trasmessa sullo schermo. I CMOS sono sensori di seconda generazione che includono un transistor attivo, hanno il circuito costruito sul sensore e possono essere "wired" (collegati mediante cavo), che "wireless", senza fili. Il CMOS non ha differenza nella capacità diagnostica con i sensori CCD, richiedono però una minore potenza. I vantaggi della metodica digitale riguardano sia la possibilità di ottenere una riduzione fino all'80% delle radiazioni mediamente richieste dall'impiego di tecniche radiologiche convenzionali, che l'acquisizione immediata dell'immagine con l'eliminazione delle normali procedure di sviluppo. Altro vantaggio è quello di poter manipolare ed elaborare le immagini digitali mediante il software, "giocare" con le dimensioni e il contrasto della radiografia ed eseguire esami dimensionali e densitometrico. Le immagini digitali possono essere archiviate sul computer anche in formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) che rientra nello standard internazionale. L'esame radiografico digitale si integra quindi sempre meglio nei nuovi studi "digitali" odontoiatrici. Esistono in letteratura diversi studi che hanno come comune denominatore il tentativo di stabilire un confronto tra le capacità diagnostiche della radiologia convenzionale e quelle delle immagini digitali: i lavori effettuati vanno dalla fine degli anni Ottanta ad oggi e hanno seguito l'evoluzione della tecnica e delle nuove generazioni di apparecchiature. Allo stato attuale, si può affermare che non esiste nessuna differenza statisticamente significativa nella affidabilità diagnostica tra le immagini radiografiche digitali e quelle convenzionali (Pellicola "D speed" o "E speed") [145].

2.1.8) Applicazione della radiografia endorale in Endodonzia

La radiografia endorale periapicale trova la sua applicazione nelle seguenti fasi di un trattamento endodontico.

2.1.9) Diagnosi

2.1.9.1) Diagnosi di condizioni patologiche

Le immagini radiografiche sono necessarie come ausilio diagnostico prima del trattamento per poter verificare la presenza di patologia sia a livello della corona dentale che a livello del tessuto osseo periradicolare. Nel caso della corona si può evidenziare la presenza di carie interprossimale non facilmente osservabili ad una ispezione visiva e di recidive cariose situate in prossimità di restauri. Sarà anche possibile verificare le condizioni dei restauri stessi con particolare riferimento alla chiusura marginale. Per quanto riguarda la diagnosi della patologia periapicale di origine

endodontica (parodontite apicale) l'uso di immagini radiografiche è fondamentale. La maggior parte delle parodontiti apicali croniche dei mascellari si manifestano come lesioni osteolitiche radiotrasparenti e costituiscono un reperto radiografico frequente nel campo della radiologia odontoiatrica [145]. La comparsa delle immagini radiotrasparenti in caso di parodontite apicale è dovuta ai cambiamenti che si verificano nella compagine ossea periradicolare in seguito all'infezione del tessuto pulpare ed alla diffusione della stessa nei tessuti periapicali. I tessuti periradicolari sono rappresentati dall'unità cemento-legamento parodontale-osso alveolare. Gli stimoli irritativi che provengono dai canali infetti provocano una risposta di difesa da parte dell'organismo ospite (reazione infiammatoria aspecifica e reazione immunitaria specifica) che porterà alla sostituzione del tessuto osseo periapicale con tessuto granulomatoso. Pertanto, oltre alla possibile comparsa di segni e sintomi associati alle differenti fasi di questo processo patologico (quali gonfiore, presenza di un tragitto fistoloso e/o dolore alla percussione del dente e alla palpazione del sito infiammato), si evidenzieranno nelle immagini radiografiche gli esiti dovuti alle alterazioni della struttura dei tessuti ossei (Torabinejad et al. 1985). Restando nell'ambito della patologia, la diagnosi radiografica endodontica può inoltre servire a diagnosticare difetti da fenomeni di riassorbimento interno o esterno della radice; il riassorbimento interno normalmente si manifesta come un allargamento anormale di un punto del canale radicolare e non cambia di posizione con il cambio dell'angolazione del tubo. Il riassorbimento esterno invece rappresenta sempre un'area di radiotrasparenza sovrapposta alla sagoma del canale radicolare. Questa sovrapposizione al canale cambia leggermente posizione a seconda dell'angolazione della radiografia.

2.1.9.2) Diagnosi delle anomalie anatomiche

Con le immagini radiografiche si può anche verificare la presenza di anomalie anatomiche sia a carico della corona che a carico della radice dentale o del/dei canali radicolari (es.: dens in dente, apici aperti, radici soprannumerarie).

2.1.9.3) Diagnosi dei traumi

Le radiografie endorali rappresentano anche un ausilio nella diagnosi delle complicanze dei traumi dentali e forniscono elementi utili per l'impostazione del piano terapeutico.

Le fratture della corona interessano più frequentemente i denti anteriori e si dividono in:

- a) infrazioni dello smalto: che interessano solo lo smalto;
- b) fratture non complicate: che interessano lo smalto e la dentina, ma non la polpa;
- c) fratture complicate: dove la frattura coronale ha come conseguenza anche l'esposizione pulpare.

Con l'esame radiografico endorale si visualizza la rima di frattura, la sua posizione in relazione alla

camera pulpare, la presenza di eventuali calcificazioni della camera, e soprattutto si può stabilire lo stadio di sviluppo della radice. Quest'informazione è fondamentale nella fase di programmazione dell'intervento terapeutico che sarà diverso a seconda che il trauma interessi un dente immaturo o un dente completamente formato.

Nel caso di frattura "orizzontale" di radice l'esame clinico consente di valutare l'eventuale grado di mobilità del dente, ma solo l'esame radiografico endorale permette di localizzare la frattura e di visualizzarne la direzione. Nel radiogramma endorale la rima di frattura appare come una sottile linea radiotrasparente che percorre la radice. La rima di frattura è visibile soltanto se il fascio di raggi la attraversa. Dato che spesso le rime di frattura "orizzontale" sono in effetti più oblique di quanto non siano orizzontali, in caso di sospetto diagnostico, è opportuno fare almeno due radiografie. La prima utilizzando la proiezione parallela tradizionale e la seconda con una angolazione alternativa di circa 45° che abbia la possibilità di "cogliere" una rima di frattura più obliqua. (Benz e Mouyen 1991). Individuare il sito di frattura rappresenta un elemento fondamentale per la decisione terapeutica: infatti quanto più la frattura ha una localizzazione apicale tanto più il dente conserva la sua stabilità e può essere mantenuto in arcata con la semplice immobilizzazione mediante splintaggio dell'elemento ai denti adiacenti. Per quanto riguarda la direzione della rima di frattura, le situazioni più complicate si verificano nei casi di frattura corono-radicolare verticale con esposizione pulpare: in questi casi la prognosi è infausta e l'estrazione rappresenta l'unica soluzione terapeutica [147].

2.1.9.4) Diagnosi dell'anatomia normale

Sempre prima del trattamento l'immagine radiografica ci permette di valutare il dente da trattare da un punto di vista delle sue caratteristiche: si esaminano le coordinate anatomiche della camera pulpare, la forma, le dimensioni, in numero delle radici e possibilmente i canali presenti all'interno di ciascuna di esse.

2.1.10) Fase dinamica del trattamento

Almeno uno o due radiogrammi sono consigliati o addirittura necessari durante lo svolgimento del lavoro endodontico sia per verificare la posizione dello/degli strumenti all'interno del canale (non esclusivamente per confermare la lunghezza di lavoro), che per controllare i coni di guttaperca che verranno successivamente adoperati per l'otturazione. L'uso di radiografie per il controllo dello svolgimento del trattamento è tanto più importante quanto più si procede a ritrattare un caso già trattato e con problemi tecnici importanti (deviazione dalla traiettoria del canale principale, perforazioni, presenza di oggetti o materiale da rimuovere).

2.1.11) Fine del trattamento e follow-up

Una radiografia si renderà necessaria per valutare il livello ottenuto con l'otturazione dei canali: questa radiografia fungerà da "baseline" per i controlli futuri che, soprattutto in presenza di patologia periapicale, verranno eseguiti ogni sei mesi il primo anno e successivamente una volta l'anno. Nella routine gli stadi di sviluppo e di guarigione della parodontite apicale vengono studiati con la radiologia endorale periapicale. Lo studio diagnostico si effettua osservando i cambiamenti dei tessuti periradicolari (in termini di "densità minerale dell'osso") rispetto all'anatomia normale. Il primo cambiamento inizia con l'allargamento dello spazio parodontale limitato all'area che è più prossima all'apice della radice infetta o a qualche porta d'uscita alternativa del sistema endodontico (canali laterali). Successivamente comincia ad evidenziarsi, nell'area periapicale, una zona di radiotrasparenza ossea. Con il progredire della malattia si nota nella radiografia una trasparenza più definita che è dovuta alla perdita minerale da parte dell'osso midollare coinvolto nel processo patologico [146]. Raramente situazioni infiammatorie di lunga durata e meno acute possono provocare la formazione di una radiopacità intorno all'apice (forma di "osteite condensante") del dente interessato, al posto della zona radiotrasparente. Quando la corticale ossea viene coinvolta dall'espandersi delle lesioni, queste diventano decisamente manifeste. Il discorso inverso si applica alla guarigione della parodontite apicale: si tratta di un processo complesso di rigenerazione dei tessuti interessati, che porta alla lenta, ma progressiva remineralizzazione dell'osso. In assenza di sintomatologia proprio la radiografia è l'unico sistema in grado di monitorare la guarigione. Un approccio sistematico alla valutazione delle radiografie endorali periapicali per la diagnosi ed il follow-up della parodontite apicale nei suoi diversi stadi di sviluppo o di remissione è costituito dall'"indice periapicale" ("periapical index score" o PAI).

Il PAI prevede l'uso di una scala di cinque punti che vanno dallo stadio di salute periradicolare (PAI 1), alla parodontite in piena espansione (PAI 5) e si basa sul grado di disorganizzazione e demineralizzazione dei tessuti periapicali e periradicolari che avviene in funzione del grado e della fase infiammatoria.

L'indice periapicale viene così formulato:

PAI 1= Nessun cambiamento nel contenuto minerale dell'osso;

PAI 2= Limitata disorganizzazione nella compagine ossea;

PAI 3= Perdita di minerale, apparenza "shot-gun" dell'osso: formazione della lesione;

PAI 4= Aspetto classico della lesione periapicale;

PAI 5= Elementi che indicano l'espansione della lesione, perdita del contorno della stessa [146].

2.2) IL MICROSCOPIO OPERATORIO:



Per molti anni la chirurgia periapicale è stata eseguita senza alcun ingrandimento, usando la lampada del riunito come unica sorgente di illuminazione per illuminare il campo operatorio. Nessuna sorpresa, pertanto, se fino a poco tempo fa la percentuale di successo dopo chirurgia era molto più bassa se paragonata a quella dell'endodonzia ortograde [148]. Per migliorare la visibilità sono diventati disponibili gli occhiali telescopici e le lampade frontali. Gli occhiali telescopici sono disponibili in una grande varietà di configurazioni e di ingrandimenti, da 2x fino a 6x, con ottica galileiana o prismatica. Con l'aggiunta delle lampade frontali con fibre ottiche si riesce a proiettare una luce coassiale nel campo chirurgico, per cui migliorano sia l'ingrandimento sia l'illuminazione. D'altra parte, ci si è presto resi conto dei limiti di tali sistemi. L'ingrandimento di 6x a un certo punto non è più sufficiente e la lampada frontale non è capace di indirizzare la luce in profondità all'interno del canale sia in endodonzia chirurgica sia in endodonzia ortograde. Inoltre, a tale ingrandimento il campo visivo diventa piuttosto piccolo e la profondità di campo molto ridotta, con conseguente affaticamento visivo e del collo. Il microscopio operatorio, invece, consente di lavorare a ingrandimenti che variano da 2,5x fino a un massimo di 20/25x e l'illuminazione è sempre perfettamente coassiale con lo sguardo dell'operatore. Per quanto riguarda l'ingrandimento, si lavora sempre al minimo/medio e si usa l'ingrandimento massimo solamente per controllare. Lavorare a forti ingrandimenti infatti significa avere una profondità di campo molto limitata e un'illuminazione anch'essa limitata, per cui non è pratico [149].

Per quanto riguarda l'illuminazione coassiale, questa comporta due vantaggi:

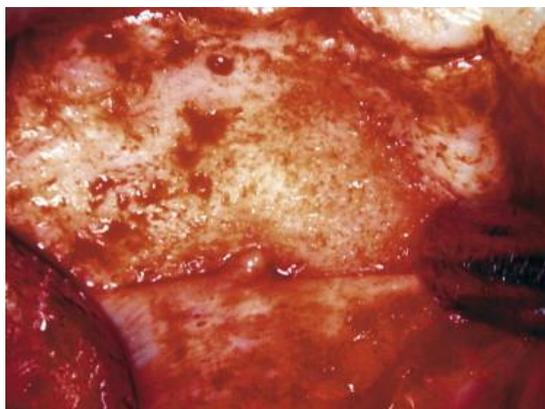
1. l'operatore può guardare all'interno del campo operatorio senza alcuna ombra e ciò significa che

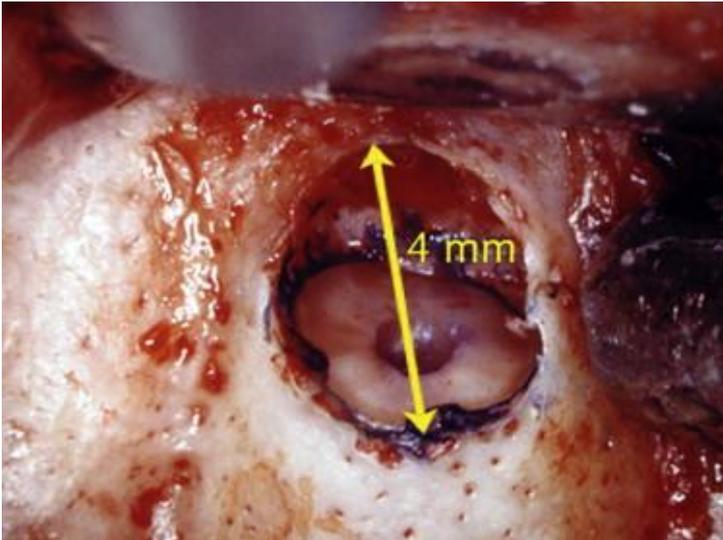
è possibile esaminare la detersione delle pareti della cavità retrograda durante l'intervento di endodonzia chirurgica;

2. dal momento che l'illuminazione coassiale è resa possibile nel microscopio operatorio dall'utilizzo di un'ottica galileiana e poiché l'ottica galileiana consente una messa a fuoco all'infinito e manda raggi di luce paralleli tra loro, gli occhi dell'operatore mettono anch'essi a fuoco all'infinito e ogni intervento può essere eseguito senza alcun affaticamento visivo.

In conclusione, l'utilizzo del microscopio operatorio in endodonzia chirurgica comporta numerosi vantaggi: una migliore visualizzazione del campo operatorio; una migliore valutazione della tecnica chirurgica; una maggiore accuratezza durante tutte le fasi dell'intervento; una maggiore predicibilità di successo a lungo termine. Per tutti questi motivi l'endodonzia chirurgica deve essere eseguita interamente ed esclusivamente con l'utilizzo del microscopio operatorio, a cominciare dall'iniezione della soluzione anestetica per terminare con la rimozione delle suture. Con il microscopio, infatti, l'incisione fatta con il microbisturi è più accurata, il trauma ai tessuti molli è minore, il sollevamento del lembo è più accurato e passivo e, più tardi, il riposizionamento dei tessuti è più facile e più preciso. All'ingrandimento minimo può essere osservato l'intero campo chirurgico e si può ad esempio cercare e reperire il nervo mentoniero, le dimensioni della breccia ossea sono minime (di solito <5 mm), sufficienti a introdurre le punte da ultrasuoni generalmente della lunghezza di 3 mm. All'ingrandimento medio si esegue un'accurata preparazione della cavità retrograda la cui detersione viene controllata all'ingrandimento massimo.

Dal punto di vista ergonomico, l'endodonzia chirurgica necessita dell'aiuto di due assistenti. Il primo assistente lavora seduto e segue l'intervento attraverso il suo oculare e ha il solo compito di tenere sotto controllo il sanguinamento del campo chirurgico in modo da garantire sempre la massima visibilità all'operatore. Il secondo assistente segue l'intervento attraverso il monitor stando in piedi alla destra dell'operatore e ha il compito di mettere gli strumenti giusti al momento giusto tra le dita dell'operatore, il quale li riceve senza togliere lo sguardo dal suo oculare.





*per gentile concessione di: Prof. Arnaldo Castellucci

L'analisi della letteratura internazionale ha prodotto risultati contrastanti. Alcuni studi evidenziano l'impossibilità di definire con precisione l'influenza dell'uso del MO sul successo della terapia endodontica sia ortograda sia retrograda [150,151]. In due revisioni sistematiche della letteratura, condotte da un gruppo di studio dell'Università di Milano, è sicuramente emerso qualche elemento di riflessione sull'uso degli ingrandimenti. La prima rivela l'assenza di trial clinici randomizzati che confrontino la riuscita della terapia endodontica usando o meno un mezzo di ingrandimento. Non si sa se e come il tipo di ingrandimento influisca sulla riuscita del trattamento, considerando l'alto numero di fattori che possono avere un impatto significativo sul successo delle procedure di endodonzia chirurgica [150]. La seconda revisione individua tre studi prospettici, tutti riguardanti la chirurgia endodontica, ove non è stata rinvenuta alcuna differenza significativa nei risultati tra pazienti trattati con ingrandimenti. Non è stato trovato alcuno studio comparativo sui mezzi di ingrandimento riguardante il trattamento endodontico ortogrado. Il tipo di ingrandimento, di per sé, può solo minimamente influire sui risultati del trattamento [151].

Numerosi sono invece gli studi che evidenziano il miglioramento della qualità della pratica clinica endodontica con l'uso del microscopio. In particolare, in due lavori si evidenzia maggiore facilità di reperire canali accessori mesiali in molari mandibolari [152,153]. Il primo lavoro, un'analisi comparativa di quattro diversi metodi diagnostici, dimostra che il MO è utile nel reperire canali mesiali accessori nei primi molari mandibolari al pari della tomografia computerizzata, mentre la radiografia digitale e il sondaggio clinico risultano meno precisi [152]. Il secondo lavoro mostra una maggiore identificazione dei canali accessori mesiali con il MO rispetto agli occhialini [153].

Migliorando la visibilità, il microscopio consente di portare a buon fine trattamenti canalari complessi [154,155]. In uno studio clinico prospettico, Nevares et al. [154] hanno dimostrato che l'uso del microscopio, previa la creazione di un accesso rettilineo a strumenti fratturati, migliorando la visibilità

dello strumento nel canale, aumenta la possibilità di rimozione dello strumento stesso o il bypassaggio dello stesso con un percentuale doppia quando lo strumento è visibile rispetto a quando non è visibile. Wu et al. [155] affermano che l'applicazione clinica del MO è un valido aiuto nella gestione di terapie canalari complicate dalla presenza di calcificazioni (74%), strumenti fratturati nel canale (72,3%), canali persi (82,5%) e perforazioni canalari (72,7%). Nei ritrattamenti, l'uso del MO in associazione a punte ultrasoniche consente una migliore rimozione del materiale da otturazione canalare (guttaperca e cemento) rispetto all'uso di file e solvente, sebbene in entrambi i gruppi residui materiale da otturazione lungo le pareti canalari [156].

Numerosi sono gli articoli in merito al miglioramento delle percentuali di successo dell'endodonzia retrograda in seguito all'avvento del MO.

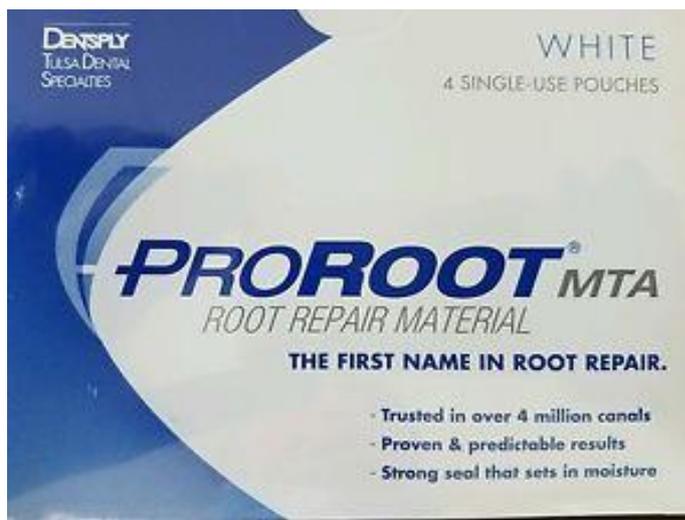
3) MATERIALI E METODI:

Vengono descritti il primo MTA fabbricato (Pro Root MTA) e i principali cementi bioceramici di ultima generazione

Le keywords utilizzate sono state: MTA, Bioceramics, Endodontic, Wide apices

Come motore di ricerca è stato utilizzato il Journal Of Endodontic, l' International Endodontic Journal e le informazioni fornite direttamente dalla casa produttrice del materiale

3.1) PRO ROOT MTA (Dentsply Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, USA):



Il PRO ROOT MTA è composto per il 50-75% in peso da ossido di calcio e per il 15-25% da diossido di silicio e fu il primo MTA commercializzato per la pratica clinica. È stata commercializzata inizialmente la versione “grigia” di MTA ProRoot, in seguito nel 2002 è stata prodotta la nuova versione “bianca”

L'ossido di calcio e il diossido di silicio assieme costituiscono una percentuale di cemento del 70-95%, miscelandoli produciamo una polvere composta da particelle idrofilitiche di silicato tricalcico, alluminato tricalcico, ossido tricalcico e ossido di silicio. L'ossido di bismuto invece viene aggiunto per conferire la radiopacità.

Durante la miscelazione avremo formazione di un gel colloidale di silicato idrato, grazie all'idratazione della polvere di MTA, che indurisce in 3-4 ore [1].

L'analisi ai raggi x evidenzia la presenza di due fasi, una cristallina e una amorfa. La fase cristallina è costituita in gran parte da cristalli di ossido di calcio, invece la fase amorfa presenta il 33% di calcio, il 49% di fosfati, il 2% di carbonio, il 3% di cloruro e il 6% di silice [3].

La biocompatibilità del materiale è dimostrata da studi in vivo e in vitro [4], a contatto con il tessuto pulpare genera ponti di dentina [5], in contatto con i tessuti parodontali induce crescita di osso e cemento [6]

COME CITANO LE ISTRUZIONI PER L'USO PROROOT® MTA:

1) **INDICAZIONI PER L'USO:** Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA è indicato per le seguenti applicazioni:

- Come materiale per otturazioni retrograde;
- Per la riparazione dei canali radicolari come barriera apicale durante l'apacificazione;
- Per la riparazione di perforazioni durante la terapia canalare;
- A seguito di riassorbimento interno;
- Come materiale di incappucciamento della polpa;
- Pulpotomia di denti da latte nei pazienti pediatrici, bambini (età >2-12 anni) e adolescenti (età >12-21 anni).

2) **CONTROINDICAZIONI:** Nessuna nota.

3) **AVVERTENZE:** Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA è una polvere costituita da fini particelle idrofile che si induriscono in presenza di umidità. L'idratazione della polvere crea un gel colloidale che si solidifica e forma un robusta barriera impermeabile che indurisce completamente in un periodo di quattro settimane.

4) **PRECAUZIONI:**

- Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA deve essere conservato in luogo asciutto per evitare che si deteriori a causa dell'umidità.
- Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA prima dell'uso deve essere conservato nella sua confezione sigillata per evitare che si deteriori a causa dell'umidità.
- Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA deve essere applicato immediatamente dopo la miscelazione con il liquido per impedirne la disidratazione durante la solidificazione.
- Quando si utilizza il ProRoot® MTA in una zona visibile, occorre considerare la procedura da applicare, l'area esposta e altri materiali di restauro da utilizzare per ottenere i migliori risultati.
- Evitare il contatto con la pelle per prevenire le irritazioni e una possibile reazione allergica. In caso di contatto con la pelle, rimuovere immediatamente il materiale con del cotone e lavare accuratamente con acqua e sapone. In caso di sensibilizzazione della pelle o eruzione cutanea, arrestare l'utilizzo e consultare un medico.

5) **REAZIONI AVVERSE:** Al presente stato tecnico non è stata riferita nessuna reazione avversa (02/2016).

6) **SEQUENZA OPERATIVA:**

6.1) Istruzioni di miscelazione per il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA

Nota: Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA non si solidifica rapidamente come altri cementi. Una miscelazione attenta renderà il materiale più semplice da maneggiare.

- 1) Aprire un sacchetto di materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA e versare la polvere su un tampone di miscelazione.
- 2) Rimuovere l'estremità di una fiala di liquido micro-dose ProRoot® e spremere il contenuto sul tampone di miscelazione accanto al materiale di riparazione.
- 3) Incorporare gradualmente il liquido al cemento mediante la palettina di miscelazione ProRoot® MTA.
- 4) Miscelare il materiale con il liquido per circa un minuto per assicurarsi che le particelle di polvere siano idratate.
- 5) È disponibile una fiala extra o, all'occorrenza, si può anche utilizzare acqua distillata. Eliminare il liquido restante.

Note:

- 1) Un'aggiunta eccessiva o insufficiente di liquido riduce la resistenza a rottura del materiale.
- 2) Il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA si solidifica in un intervallo di tre ore.
- 3) Dopo la miscelazione, l'evaporazione d'acqua dal ProRoot® MTA può compromettere la manipolazione. Se occorre un tempo di lavoro superiore, coprire il materiale con un tampone di garza per impedire l'evaporazione.

6.2) Riparazioni di perforazioni causate dal riassorbimento interno:

- 1) Sigillare il sistema canalare radicolare, dopo aver inserito la diga di gomma, utilizzando strumenti canalari e irrigare con NaOCl. Lasciare della pasta di idrossido di calcio nel sistema canalare radicolare per una settimana a fini di disinfezione.
- 2) Mettere un'otturazione provvisoria per sigillare l'apertura di accesso.
- 3) Dopo una settimana, isolare il dente con la diga di gomma, rimuovere il CaOH₂ dal sistema canalare mediante irrigazione con NaOCl e gli strumenti necessari.
- 4) Asciugare i canali con coni di carta e individuare la zona con il difetto di riassorbimento.
- 5) Otturare tutto lo spazio di canale apicale al difetto.
- 6) PREPARARE IL MATERIALE DI RIPARAZIONE PER CANALI RADICOLARI PROROOT® MTA SECONDO LE ISTRUZIONI DI MISCELAZIONE FORNITE.
- 7) Distribuire il materiale nella zona del difetto da riassorbimento mediante un carrier. Compattare il ProRoot®MTA nella cavità mediante un piccolo plugger per amalgama, palline di cotone o coni di carta.
- 8) Confermare con una radiografia il posizionamento del materiale di riparazione ProRoot® MTA. Se non è stata creata una barriera adeguata, sciacquare via il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA e ripetere la procedura.
- 9) Rimuovere l'umidità in eccesso da una pallina umidificata e sistemarla nel canale. Sigillare la preparazione della cavità di accesso con un'otturazione temporanea per almeno quattro ore.

10) Dopo quattro ore, o in occasione dell'appuntamento successivo, esaminare il materiale ProRoot® MTA dopo aver rimosso la diga. Il materiale deve essere duro. In caso contrario, sciacquare e ripetere l'applicazione.

11) Quando il materiale ProRoot® MTA si è indurito, otturare lo spazio canalare restante. Il materiale ProRoot® MTA rimane come parte permanente dell'otturazione del canale radicolare.

6.3) Riparazione interna delle perforazioni radicolari iatrogene:

1) Sigillare il sistema canalare radicolare, dopo aver inserito la diga di gomma, utilizzando strumenti canalari e irrigare con NaOCl.

2) Asciugare il sistema canalare con coni di carta e isolare la perforazione.

3) Otturare tutto lo spazio di canale apicale alla perforazione.

4) PREPARARE IL MATERIALE DI RIPARAZIONE PER CANALI RADICOLARI PROROOT® MTA SECONDO LE ISTRUZIONI DI MISCELAZIONE FORNITE.

5) Distribuire il materiale nella zona di perforazione mediante un carrier. Compattare il materiale di riparazione per canali radicolari ProRoot® MTA nell'area della perforazione mediante un piccolo plugger per amalgama, palline di cotone o coni di carta.

6) Confermare con una radiografia il posizionamento del materiale di riparazione ProRoot® MTA. Se non è stata creata una barriera adeguata, sciacquare via il materiale di riparazione ProRoot® MTA dal canale e ripetere la procedura.

7) Rimuovere l'umidità in eccesso da una pallina di cotone bagnata e sistemarla nel canale. Sigillare la preparazione della cavità di accesso con un'otturazione temporanea per almeno quattro ore.

8) Dopo quattro ore, o in occasione dell'appuntamento successivo, esaminare il materiale ProRoot® MTA dopo aver rimosso la diga. Il cemento deve essere duro. In caso contrario, sciacquare e ripetere l'applicazione.

9) Quando il materiale ProRoot® MTA si è indurito, otturare lo spazio canalare restante. Il materiale ProRoot® MTA rimane come parte permanente dell'otturazione del canale radicolare.

6.4) Apecificazione della radice:

1) Sigillare il sistema canalare radicolare, dopo aver inserito la diga di gomma, utilizzando strumenti canalari e irrigare con NaOCl.

2) Asciugare il sistema canalare con coni di carta e applicare della pasta di idrossido di calcio nel sistema canalare radicolare per una settimana a fini di disinfezione. Mettere un'otturazione provvisoria per sigillare l'apertura di accesso.

3) Dopo una settimana, isolare il dente con la diga, rimuovere il CaOH₂ dal sistema canalare mediante irrigazione con NaOCl e gli strumenti necessari. Asciugare il/i canale/i con coni di carta.

4) PREPARARE IL MATERIALE DI RIPARAZIONE PER CANALI RADICOLARI

PROROOT® MTA SECONDO LE ISTRUZIONI DI MISCELAZIONE FORNITE.

5) Distribuire il materiale nel canale radicolare mediante un carrier. Compattare il ProRoot® MTA mediante un piccolo plugger per amalgama, palline di cotone o coni di carta. Applicare una barriera apicale da tre a cinque millimetri di materiale di riparazione ProRoot® MTA.

6) Confermare con una radiografia il posizionamento del materiale di riparazione ProRoot® MTA. Se non è stata creata una barriera adeguata, sciacquare via il materiale di riparazione ProRoot® MTA dal canale e ripetere la procedura.

7) Rimuovere l'umidità in eccesso da una pallina umidificata e sistemarla nel canale. Sigillare la preparazione della cavità di accesso con un'otturazione temporanea per almeno quattro ore.

8) Dopo quattro ore, o in occasione dell'appuntamento successivo, esaminare il materiale ProRoot® MTA dopo aver rimosso la diga. Il materiale deve essere duro. In caso contrario, sciacquare e ripetere l'applicazione.

9) Quando il materiale ProRoot® MTA si è indurito, otturare lo spazio canalare restante. Il materiale ProRoot® MTA rimane come parte permanente dell'otturazione del canale radicolare.

6.5) Otturazione retrograda:

1) Accedere alla retrocavità e resecare la radice con una fresa chirurgica.

2) Eseguire una preparazione per retrocavità di classe I utilizzando una punta ad ultrasuoni ad una profondità da tre a cinque millimetri.

3) Isolare l'area. Asciugare la retrocavità con coni di carta. Con una punta a ultrasuoni eseguire un'emostasi con CollaPlug® o un prodotto analogo.

4) PREPARARE IL MATERIALE DI RIPARAZIONE PER CANALI RADICOLARI PROROOT® MTA SECONDO LE ISTRUZIONI DI MISCELAZIONE FORNITE.

5) Distribuire il materiale nella retrocavità mediante un carrier. Compattare il materiale di riparazione ProRoot® MTA nella cavità mediante un piccolo plugger.

6) Rimuovere il cemento in eccesso e pulire la superficie della radice con un pezzo di garza umido o Telfa®.

7) Confermare con una radiografia il posizionamento del materiale di riparazione ProRoot® MTA. Il materiale ProRoot® MTA rimane come parte permanente dell'otturazione del canale radicolare.

6.6) Incappucciamento della polpa:

1) Completare la preparazione della cavità, dopo aver applicato la diga di gomma, mediante frese ad alta velocità con costante irrigazione.

2) In caso di carie, scavare con una fresa a pallina montata su un manipolo a bassa velocità o utilizzare strumenti manuali.

3) Sciacquare la cavità e la/le zona/e in cui la polpa è esposta con NaOCl 2.6% - 5%.

Un'emorragia più abbondante può essere controllata con una pallina di cotone inumidita con NaOCl.

4) PREPARARE IL PROROOT® MTA SECONDO LE ISTRUZIONI DI MISCELAZIONE FORNITE.

5) Applicare una piccola quantità di ProRoot® MTA sulla zona esposta mediante un piccolo applicatore a sfera o dispositivo analogo.

6) Rimuovere l'umidità in eccesso con una pallina di cotone asciutta.

7) Applicare una piccola quantità di composito fluido Dyract Flow™ (o liner vetro-ionomerico resinoso equivalente) per coprire il materiale ProRoot® MTA e fotopolimerizzare secondo le istruzioni.

8) Mordenzare le restanti pareti della cavità con gel di acido solforico al 34% - 37% per 15 secondi. Risciacquare abbondantemente.

9) Asciugare delicatamente la cavità lasciando la dentina umida ma non bagnata. Applicare il materiale Prime & Bond NT o analogo materiale adesivo. Polimerizzare secondo le istruzioni.

10) Applicare il materiale composito TPH Spectrum o una resina composita equivalente per completare l'operazione. Polimerizzare secondo le istruzioni.

11) Valutare la sensibilità della polpa (sensibilità ai test) ogni 6 mesi e valutare il dente mediante radiografie ogni 3-6 mesi, a seconda della necessità.

6.7) Pulpotomia di denti da latte nei pazienti pediatrici:

1) Quando sintomi e indicazioni cliniche e radiografiche evidenziano l'opportunità di una pulpotomia dei denti da latte, il dente interessato e l'area circostante devono essere adeguatamente anestetizzati e deve essere inserita una diga di gomma.

2) Prima di accedere alla polpa, rimuovere completamente la carie mediante un manipolo ad alta velocità e una fresa in carburo (Il tipo di fresa deve essere scelto in base al dente da sottoporre alla procedura di pulpotomia. Ad esempio, una fresa in carburo n.330 è adatta alla pulpotomia di un molare da latte) con liquido di irrigazione.

3) Rimuovere il tetto della camera pulpare mediante deroofing seguito dalla rimozione della struttura sporgente per raddrizzare le pareti dentinali della camera consentendo un accesso diretto al tessuto pulpare.

4) Utilizzare un manipolo a bassa velocità o un escavatore a cucchiaio con fresa a pallina media o grande per rimuovere la massa di tessuto pulpare coronale.

5) Eseguire l'emostasi con pressione diretta su palline di cotone sterili a contatto con l'orifizio/gli orifizi radicolare/i pulpare/i.

6) Preparare il ProRoot® MTA miscelando la polvere di MTA con soluzione salina sterile su una lastra di vetro pulita mediante una spatola di miscelazione metallica. Applicare un rapporto polvere/soluzione salina di 3:1 secondo le istruzioni del produttore per ottenere una consistenza pastosa.

- 7) Togliere l'umidità in eccesso dalla superficie della miscela MTA con una pallina di cotone sterile.
- 8) Utilizzare un carrier per amalgama per applicare la miscela MTA sui monconi pulpari o sul pavimento della camera quindi compattare leggermente la miscela con una pallina di cotone sterile leggermente umida per garantire una copertura omogenea da 3 a 4 mm di spessore.
- 9) Riempire la camera pulpare con materiale di restauro come un liner vetroionomerico o un composito; il dente viene quindi preparato coronalmente, viene inserito un SSC e, all'occorrenza, si controlla l'occlusione.
- 10) Cementare l'SSC e ricontrollare l'occlusione. Occorre eseguire una radiografia periapicale post-intervento poiché serve una registrazione della linea base.
- 11) Valutare clinicamente e radiograficamente il dente sottoposto a pulpotomia ad ogni visita di controllo semestrale.



*per gentile concessione di: Prof. A. Castellucci



Figura 11a
La porzione apicale del canale è stata otturata con la tecnica di Schilder.

Figura 11b
Il difetto della radice è stato riempito con ProRoot MTA bianco.

Figura 11c
La sutura del lembo.

Figura 11d
Rimozione sutura dopo 24 ore.

Figura 11e
Controllo guarigione dopo 15 giorni.

Figura 11f
La radiografia di controllo dopo 3 anni mostra la completa guarigione.

Figura 11g
Guarigione della ferita dopo 3 anni, senza alcuna cicatrice.

3.2) BIODENTINE (SEPTODONT):



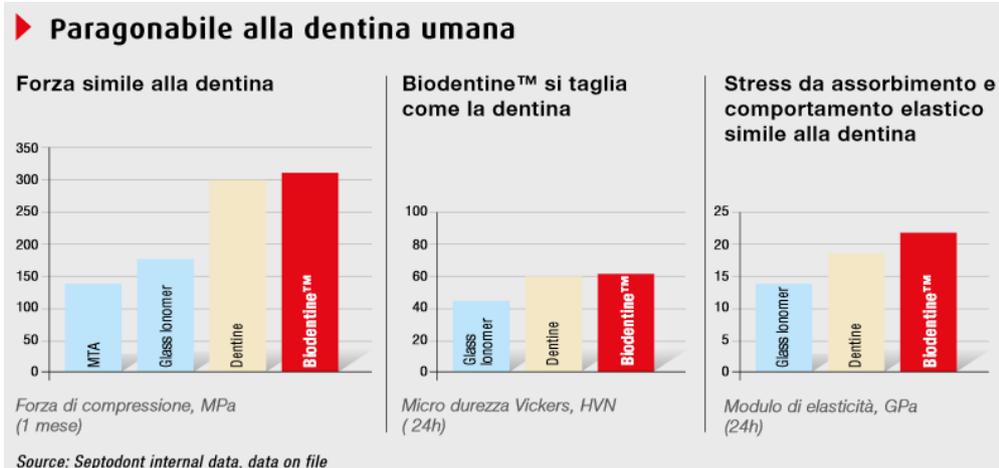
Secondo le istruzioni fornite dalla casa produttrice:

Composizione: Polvere a base di silicato tricalcico, ossido di zirconio, ossido di calcio, carbonato di calcio e coloranti

Soluzione acquosa a base di cloruro di calcio e poliacarbossilato

Proprietà: Biodentine è un sostituto bioattivo della dentina che

- Vanta proprietà meccaniche simili alla dentina sana e può sostituirla sia a livello coronale che a livello radicolare senza trattamento preventivo superficiale dei tessuti calcificati.

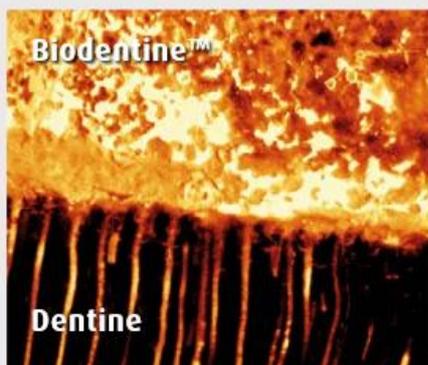


- Contiene ingredienti minerali estremamente puri e privi di monomeri ed è caratterizzato da elevata biocompatibilità.
- Crea le condizioni ottimali per il mantenimento della vitalità della polpa in quanto consente una sigillatura particolarmente aderente alla superficie della dentina. Pertanto, riduce il rischio di sensibilità post-operatoria ed assicura la longevità delle ricostruzioni nei denti vitali.
- Essendo bioattivo, stimola le cellule della polpa in modo da formare dentina di

reazione. I ponti di dentina vengono creati più rapidamente e risultano più spessi rispetto a quelli creati da materiali dentari simili e questi rappresentano la condizione necessaria per una guarigione ottimale della polpa.

- Consente di ridurre il tempo di indurimento a 12 minuti a partire dall'inizio della miscelazione

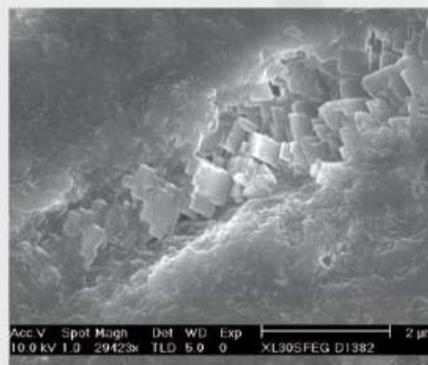
▶ Ancoraggio micro-meccanico che assicura una lunga tenuta



Biodentine™, con colore fluorescente, che passa dal cemento ai tubuli dentinali.

Notare l'otturazione del materiale nei tubuli aperti

Gentile concessione Dr. Amre Atmeh, King's College, Londra



Particelle minerali nei tubuli dentinali

Gentile concessione del Prof. Franquin, Koubi, Djou, 2007

Indicazioni:

A livello coronale:

- Ricostruzione dentinale definitiva, in composito, inlay o onlay.
- Ricostruzione amelodentinale non definitiva.
- Ricostruzione delle lesioni delle carie coronali profonde e/o voluminose (tecnica sandwich).
- Ricostruzione delle lesioni cervicali radicolari.
- Incappucciamento pulpare.
- Pulpotomia.

A livello radicolare:

- Riparazione delle perforazioni radicolari.
- Riparazione delle perforazioni del pavimento pulpare.
- Riparazione dei riassorbimenti perforanti esterni.
- Apecificazioni.
- Otturazione apicale in odontoiatria chirurgica (otturazioni retrograde).

Controindicazioni:

Allergia ad uno dei componenti

Limitazioni d'uso:

- Ricostruzione di elementi dentari gravemente compromessi e sottoposti a forti

sollecitazioni.

- Ricostruzione estetica dei settori anteriori.
- Trattamento dei denti con una pulpite irreversibile.

Effetti indesiderati:

Nessun effetto indesiderato conosciuto ad oggi.

Modalità d'uso (per ogni indicazione):

Attivazione della capsula biodentine

1. Aprire la capsula e collocarla sul suo supporto bianco
2. Staccare una monodose di liquido
3. Aprirla girando il tappo sigillato avendo cura di non lasciar fuoriuscire nessuna goccia
4. Versare 5 gocce di liquido nella capsula
5. Richiudere la capsula e porla nel miscelatore con velocità 4000/4200 oscillazioni/min.
6. Miscelare per 30 secondi
7. Aprire la capsula e verificare la consistenza del materiale
8. Se si desidera una consistenza più densa, aspettare circa 30 secondi / 1 minuto prima di utilizzare il prodotto. Se l'aspetto risulta granuloso e non cremoso, aggiungere un'altra goccia di liquido e miscelare con il vibratore per altri 10 secondi. In questo caso, il tempo di indurimento potrebbe allungarsi.
9. Prelevare Biodentine dalla capsulina con la spatola in dotazione. Secondo l'utilizzo desiderato, è possibile manipolare Biodentine con l'ausilio di un portatore di amalgama, di una spatola o di un dispositivo di tipo Root Canal Messing Gun. Al termine dell'utilizzo sciacquare e pulire rapidamente gli strumenti utilizzati per eliminare i residui di materiale.

Ricostruzione immediata dello smalto:

1. Isolare il dente con una diga di gomma
2. Rimuovere la dentina infetta con una fresa e/o un escavatore a mano. Lasciare la dentina interessata
3. Adattare una matrice intorno al dente qualora mancasse una parete
4. Preparare biodentine attenendosi alle indicazioni sopra riportate
5. Inserire biodentine nella cavità in modo tale che la dentina mancante venga sostituita da una quantità di biodentine di pari volume evitando di creare bolle d'aria. Appiattire il materiale senza esercitare un'eccessiva pressione e accertarsi che si adatti bene alle pareti e ai margini della cavità
6. Attendere per circa 12 minuti fino al termine del tempo di indurimento prima di

procedere alla ricostruzione dello smalto con il composito. Biodentine è compatibile con tutte le tecniche di ricostruzione diretta della corona e in particolare con tutti i tipi di sistemi di bonding.

Ricostruzione non immediata dello smalto:

Valutare la vitalità della polpa con i normali test: biodentine non è indicato per il trattamento dei denti affetti da pulpite irreversibile

1. Isolare il dente con una diga di gomma
2. Rimuovere la dentina infetta con una fresa e/o un escavatore a mano. Lasciare la dentina interessata
3. Adattare una matrice intorno al dente qualora mancasse una parete
4. Preparare biodentine attenendosi alle indicazioni sopra riportate
5. Inserire biodentine nella cavità evitando di creare bolle d'aria. Accertarsi che si adatti bene alle pareti e ai margini della cavità. Non esercitare un'eccessiva pressione sul materiale
6. Modellare la superficie della ricostruzione
7. Attendere fino al termine del tempo di indurimento prima di rimuovere la matrice
8. Per ottimizzare le proprietà meccaniche del materiale e agevolare la rimozione della matrice, è possibile applicare una vernice sulla superficie della ricostruzione
9. Verificare l'occlusione
10. In un periodo compreso fra una settimana e sei mesi dall'applicazione, preparare la cavità attenendosi ai criteri raccomandati per il materiale di ricostruzione selezionato. Il restante materiale può essere considerato dentina superficiale resistente e lasciata in modo permanente nelle zone profonde della cavità e in quelle adiacenti alla camera pulpare. Biodentine è compatibile con tutti i sistemi di bonding

Incappucciamento della polpa:

► Incappucciamento diretto della polpa in un paziente adulto



X-ray pre-operazione



Polpa esposta



Utilizzo di Biodentine™ per l'incappucciamento diretto



Biodentine™ è utilizzata come un qualsiasi materiale di riempimento essendo un sostituto della dentina



x-ray dopo 3 anni di follow-up



vista clinica dopo 3 anni

Gentile concessione del Prof G. Koubi, Università di Marsiglia, Francia

Valutare la vitalità della polpa con i normali test: biodentine non è indicato per il trattamento dei denti affetti da pulpite irreversibile.

1. Predisporre il campo operatorio
2. Rimuovere la dentina cariata con l'ausilio di una fresa e/o di un escavatore. Conservare la dentina lesa
3. Posizionare una matrice in caso di parete mancante
4. In caso di emorragia della polpa, occorre creare l'emostasi prima di applicare Biodentine
5. Preparare biodentine come sopra indicato
6. Posizionare biodentine direttamente sulla polpa esposta evitando la formazione di bolle d'aria. Non esercitare un'eccessiva pressione sul materiale
7. Eseguire la ricostruzione immediata o non immediata come sopra indicato

Pulpotomia:

1. Predisporre il campo operatorio
2. Rimuovere la dentina cariata con l'ausilio di una fresa e/o di un escavatore.
3. Procedere all'apertura della camera pulpare e all'asportazione della polpa camerale
4. In caso di emorragia della polpa è necessario creare l'emostasi prima di applicare biodentine

5. Posizionare una matrice in caso di parete mancante
6. Preparare biodentine come sopra indicato
7. Porre biodentine direttamente nella camera pulpare ed accertarsi del suo corretto adattamento in corrispondenza delle pareti della cavità e dei bordi della ricostruzione
8. Modellare la superficie di ricostruzione
9. Aspettare la fine dell'indurimento del materiale prima di procedere alla rimozione della eventuale matrice
10. Per ottimizzare le proprietà meccaniche del materiale e agevolare la rimozione della matrice, è possibile applicare una vernice sulla superficie della ricostruzione
11. Verificare l'occlusione
12. In un periodo compreso tra una settimana e sei mesi dall'applicazione di biodentine, preparare la cavità secondo i criteri raccomandati per il materiale di ricostruzione d'uso selezionato. Il materiale restante può essere assimilato ad una dentina artificiale sana e conservata in zone profonde, o perfino iuxta-pulpari della ricostruzione.

Ricostruzione delle perforazioni radicolari:

1. Predisporre il campo operatorio
2. Realizzare la preparazione del canale radicolare servendosi di strumenti endodontici e di una soluzione di ipoclorito di sodio utilizzati alternativamente
3. Asciugare i canali con coni di carta e realizzare una disinfezione tra una seduta e l'altra con una soluzione di clorexidina, sia con una pasta a base di idrossido di calcio. Proteggere l'otturazione provvisoria realizzando una sigillatura sulla cavità d'accesso utilizzando un cemento provvisorio
4. Durante l'appuntamento successivo (generalmente dopo una settimana), rimuovere in campo operatorio l'otturazione coronale provvisoria. Pulire il canale servendosi di una soluzione di ipoclorito di sodio e di strumenti endodontici utilizzati in alternanza. Asciugare il canale servendosi di punte di carta
5. Preparare la biodentine come sopra indicato
6. Applicare biodentine sulla perforazione con l'ausilio di uno strumento adeguato
7. Condensare biodentine servendosi di un otturatore
8. Effettuare una radiografia di controllo dell'otturazione
9. Rimuovere gli eccessi poi inserire un cemento d'otturazione provvisorio
10. Finire il trattamento endodontico nel corso della visita successiva seguendo le raccomandazioni in vigore

Ricostruzione delle perforazioni del pavimento della camera pulpare:

► Perforazione del pavimento della polpa



X-ray pre-operazione con inserzione nella fistola palatale



La rimozione del materiale di otturazione indica una perforazione della polpa



Ricostruzione della perdita di dentina con Biodentine utilizzata come sostituto della dentina



X-ray dopo operazione

Gentile concessione Dr F. Bronnec, Università di Parigi, Francia

1. Predisporre il campo operatorio
2. Disinfettare servendosi di una soluzione di ipoclorito di sodio
3. In caso di emorragia, è necessario creare l'emostasi prima di applicare biodentine
4. Asciugare la camera pulpare
5. Preparare biodentine come sopra indicato
6. Applicare biodentine poi condensare il materiale. Il trattamento della perforazione e la ricostruzione coronale vengono effettuati in una sola seduta
7. Effettuare una radiografia di controllo della ricostruzione
8. Rimuovere gli eccessi
9. Nel corso di una rivalutazione successiva e se tutti i sintomi clinici attestano che il trattamento ha avuto successo, si potrà allora esaminare la possibilità di realizzare una ricostruzione definitiva

Riparazione dei riassorbimenti perforanti interni:

1. Predisporre il campo operatorio
2. Realizzare la preparazione del canale radicolare servendosi di strumenti endodontici e di una soluzione di ipoclorito di sodio utilizzati alternativamente
3. Asciugare i canali con punte di carta e realizzare una disinfezione tra una seduta e l'altra con una pasta a base di idrossido di calcio. Proteggere l'otturazione provvisoria realizzando una sigillatura sulla cavità d'accesso utilizzando un cemento provvisorio
4. Durante l'appuntamento successivo (generalmente dopo una settimana), rimuovere in campo operatorio l'otturazione coronale provvisoria. Pulire il canale servendosi di una soluzione di ipoclorito di sodio e di strumenti endodontici utilizzati in alternanza. Asciugare il canale servendosi di punte di carta

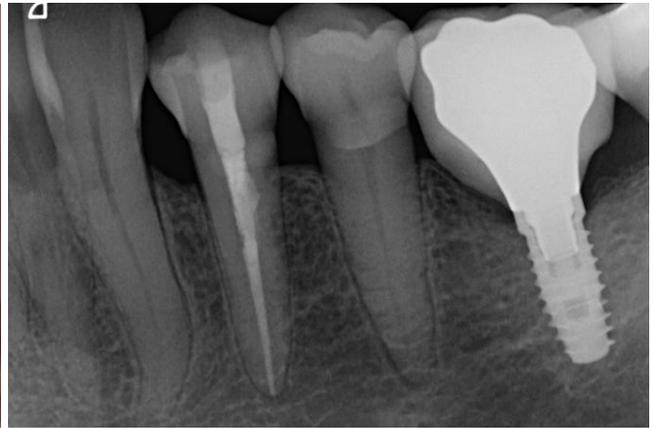
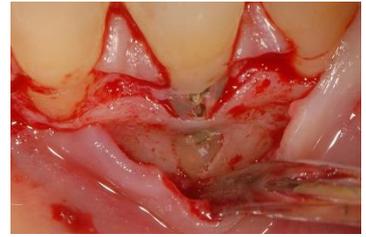
5. Preparare biodentine come sopra indicato
6. Applicare biodentine sull'area riassorbita servendosi di uno strumento adeguato
7. Condensare biodentine con un otturatore
8. Effettuare una radiografia di controllo dell'otturazione
9. Rimuovere gli eccessi poi inserire un cemento d'otturazione provvisorio
10. Finire il trattamento endodontico nel corso della visita successiva seguendo le raccomandazioni in vigore

Apecificazione:

1. Predisporre il campo operatorio
2. Realizzare la preparazione del canale radicolare servendosi di strumenti endodontici e di una soluzione di ipoclorito di sodio utilizzati alternativamente
3. Asciugare i canali con punte di carta e realizzare una disinfezione tra una seduta e l'altra con una pasta a base di idrossido di calcio. Proteggere l'otturazione provvisoria realizzando una sigillatura sulla cavità d'accesso utilizzando un cemento provvisorio
4. Durante l'appuntamento successivo (generalmente dopo una settimana), rimuovere in campo operatorio l'otturazione coronale provvisoria. Pulire il canale servendosi di una soluzione di ipoclorito di sodio e di strumenti endodontici utilizzati in alternanza. Asciugare il canale servendosi di punte di carta
5. Preparare biodentine come sopra indicato
6. Applicare biodentine nel canale con uno strumento adeguato
7. Condensare biodentine con un otturatore
8. Effettuare una radiografia di controllo dell'otturazione
9. Rimuovere gli eccessi poi inserire un cemento d'otturazione provvisorio
10. Finire il trattamento endodontico nel corso della visita successiva seguendo le raccomandazioni in vigore

Otturazione apicale in endodonzia chirurgica:

1. Accedere alla zona operatoria secondo le modalità ottimali per accedere all'apice del dente
2. Servendosi di un inserto ultrasonico specifico, preparare una cavità profonda da 3 a 5 mm. all'estremità della radice
3. Isolare la zona. Creare l'emostasi. Asciugare la cavità con punte di carta
4. Preparare biodentine come sopra indicato
5. Applicare biodentine nel canale con uno strumento adeguato. Condensare biodentine con un piccolo otturatore
6. Rimuovere gli eccessi e pulire la superficie della radice
7. Verificare la corretta posizione dell'otturazione con una radiografia



*per gentile concessione di: Prof. Andrea Polesel

3.3) NEO MTA PLUS (Avalon Biomed Inc.):



NeoMTA Plus è un cemento a base di calcio silicato per l'otturazione delle radici con un'adeguata idoneità e un tempo di presa prolungato. La capacità di rilascio degli ioni e la capacità di formazione di CaP potrebbero aumentare la stabilità dell'otturazione radicolare e promuovere la rigenerazione endodontica e periodontale dei tessuti, migliorando la bioattività e la biocompatibilità del materiale. [157]

NeoMTA Plus è una nuova polvere più fine di silicio, materiale tricalcico e ossido di tantalio (Ta₂O₅) come agente radiopacizzante che viene miscelato con un gel a base di acqua che conferisce buone proprietà di lavorazione. Il rapporto di miscelazione polvere-gel può essere variato e una consistenza sottile può essere utilizzata come sigillante ortograde o come miscela spessa per l'otturazione delle radici. Le indicazioni del produttore includono l'applicazione di questo materiale per terapie su polpe vitali (incappucciamento della polpa, pulpotomia o rivestimento/base della cavità), apicificazioni, riparazione delle radici (riassorbimento o perforazione), riempimento delle estremità radicolari e sigillatura dei canali radicolari.

Secondo le istruzioni fornite dalla casa produttrice:

INDICAZIONI

Procedure odontoiatriche a contatto con tessuti vitali della polpa come:

- Copertura della polpa
- Rivestimento della cavità
- Sottofondo
- Pulpotomie

Procedure odontoiatriche a contatto con i tessuti periradicolari, come ad esempio:

- Riempimento della radice
- Apicificazione

- Riparazione di perforazione,
- Riassorbimento della radice,
- Cementazione
- Otturazione (pulpectomia)

CONTROINDICAZIONI

- Ipersensibilità contro le soluzioni caustiche (a pH elevato).
- Non utilizzare per la pulpectomia del dente primario (trattamento di otturazione del canale radicolare), a meno che non sia assente il dente successore permanente.

AVVERTENZE

La polvere NeoMTAPlus è caustica, come tutti i silicati tricalcici.

PRECAUZIONI

- Evitare il contatto della pasta mista con la pelle o la mucosa orale. Dopo il contatto accidentale, lavare e risciacquare con acqua. Indossare guanti adatti e occhiali protettivi durante l'uso.
- NeoMTAPlus polvere e gel devono essere ben sigillati.
- Proteggere la polvere dall'umidità. Chiudere il contenitore.
- NON contaminare la polvere con uno strumento non pulito o umido.
- NON riempire eccessivamente i canali radicolari quando si ostruisce o si sigilla.
- La fissazione dei silicati tricalcici è inibita in ambienti inaciditi come i siti infetti.

REAZIONI AVVERSE

Infiammazione acuta reversibile della mucosa orale se viene a contatto con la pasta instabile.

INTERAZIONI CON ALTRI MATERIALI DENTALI

Nessuno conosciuto.

CONSERVAZIONE

Conservare a temperatura ambiente (25°C/75°F); non refrigerare. Tenere le bottiglie ben chiuse. L'umidità riduce la durata di conservazione della polvere.

ISTRUZIONI per il dosaggio e la miscelazione:

- Posizionare 1 misurino (0,1 gr) di polvere NeoMTAPlus su una lastra di vetro o su un tampone non assorbente.
 - Posizionare una goccia di MTAPlusGel come astreak 0.5" - 0.75" accanto alla polvere.
- NOTA:** Il gel conferisce resistenza al lavaggio (per un risciacquo più facile) e un'impostazione più rapida, che altri liquidi non hanno. La miscela è resistente al lavaggio entro 3 min.
- Mescolare gradualmente il gel nella polvere fino ad ottenere la consistenza desiderata. Per alcune procedure si può desiderare una consistenza più sottile e filante. Miscelare accuratamente per idratare la polvere.
 - Se il materiale non deve essere utilizzato immediatamente, coprire il materiale

miscelato con una spugna di garza umida (usare acqua sterile), o una copertura pulita per evitare l'evaporazione. MTAPlusGel può essere usato per bagnare nuovamente la polvere prima che si indurisca.

e. Se la miscela è troppo appiccicosa, aggiungere una piccola quantità di polvere. Per miscele future, usare meno gel

Criteri ADA 57, ISO 6876 e ISO 9917

-Tempo di lavoro a temperatura ambiente: ~10 min se mescolato fittamente con il gel; tuttavia, l'aggiunta di altro gel può prolungare il tempo di lavorazione se la miscela inizia ad asciugare.

-Tempo di presa a 37°C: ~15 min se mescolato finemente con il gel; altrimenti più lungo se mescolato più denso (~3 hr.)

-Fluido: 25-29 mm quando mescolato 1:1 (Polvere:Gel), altrimenti più alto.

-Spessore della pellicola: <50 micron se miscelato 1:1 (Polvere:Gel), altrimenti più grande.

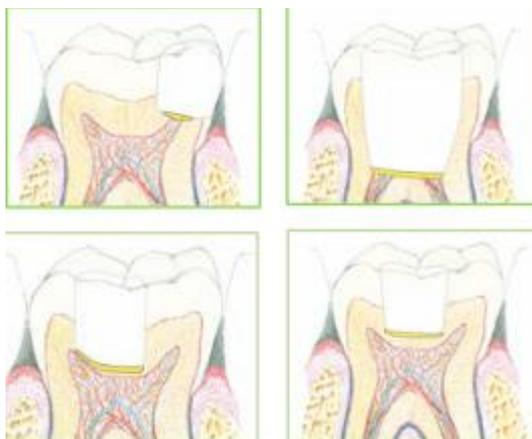
-Solubilità: <3%.

-Stabilità dimensionale: Dopo 30 giorni, a 3:1 (Polvere:Gel), espansione <+0,01%.

-Radiopacità: 5 mm equivalente di alluminio.

-Resistenza alla compressione: 80 MPa dopo 7 giorni se miscelato 3:1 (Polvere:Gel).

1. INCAPPUCCIAMENTO, PULPOTOMIA O SOTTOFONDO:



a. Completare la preparazione della cavità sotto l'isolamento della diga di gomma, utilizzando una fresa ad alta velocità e un raffreddamento ad acqua costante.

b. Scavare tutta la struttura del dente cariato utilizzando una fresa in un manipolo a bassa velocità, oppure utilizzare strumenti manuali.

Per una pulpotomia:

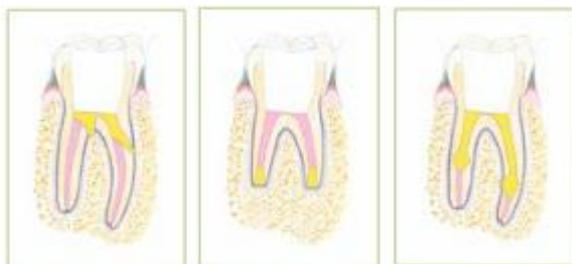
-Rimuovere il tetto della camera della polpa e tutti i residui di tessuto polposo coronale fino al livello dell'orifizio di ogni canale radicolare nei denti pluriradicolarati.

-Nei denti monoradicolarati, rimuovere la polpa fino all'orifizio della giunzione cemento-smalto o leggermente al di sotto di questo livello.

Per un'esposizione della polpa o una pulpotomia:

- Risciacquare delicatamente la polpa esposta con una soluzione di NaOCl.
 - Controllare l'emorragia con pellet di cotone imbevuto di NaOCl 5,25-8,0% per 10 minuti.
- Per sottofondo, esposizione della polpa o pulpotomia:
- c. Disinfettare la preparazione della cavità con NaOCl o soluzione di clorexidina.
 - d. Lavare delicatamente la preparazione della cavità con acqua da una siringa a due vie aria-acqua, e asciugare delicatamente il preparato con aria.
- Utilizzare un piccolo applicatore a scelta per applicare il materiale NeoMTAPlus miscelato sulla polpa esposta e sulla dentina circostante, oppure sul pavimento della preparazione della cavità allo spessore minimo di 1,5 mm.
 - Rimuovete il materiale in eccesso nel sito con una pallina di cotone umido. Risciacquare delicatamente.
 - Porre un materiale composito o un materiale da restauro vetroionomerico sul materiale NeoMTAPlus. Il vetroionomero dovrebbe essere un restauro provvisorio prima del posizionamento di un composito finale o del suo materiale da restauro nei denti permanenti. Valutare la vitalità della polpa ad intervalli di tre mesi o secondo necessità, e confermare con una radiografia.

2.APECIFICAZIONE, RIASSORBIMENTO o PERFORAZIONI:



- Pulire e sagomare il sistema canalare utilizzando strumenti canalari sotto l'isolamento della diga di gomma.
 - Sciacquare il canale radicolare con una soluzione di NaOCl (da 3,0 a 6,0%).
- Per l'appecificazione:
- Asciugare il sistema canalare con coni di carta, facendo attenzione a non estendere i coni oltre l'apice aperto. Compattare delicatamente NeoMTAPlus nella regione apicale, per creare una barriera apicale da 3 a 5 mm.
 - Confermare il posizionamento con una radiografia.
 - Risciacquare delicatamente.
 - Applicare circa 2 mm di vetroionomero, mordenzare con acido e posizionare un restauro composito.
- Per il riassorbimento o la perforazione:
- Isolare il sito del riassorbimento o la perforazione iatrogena.
 - Otturare lo spazio del canale apicale al difetto.
 - Posizionare il materiale NeoMTAPlus nel sito del difetto con uno strumento di scelta del

medico.

-Compattare delicatamente il materiale NeoMTAPlus usando un piccolo plugger per l'amalgama, pellet di cotone o coni di carta.

- Confermare il posizionamento con una radiografia.

- Risciacquare delicatamente.

- Quando il materiale NeoMTAPlus è indurito (pochi minuti), otturare lo spazio rimanente del canale e chiudere l'accesso coronale come si fa normalmente.

3. OTTURAZIONE RETROGRADA:



a. Accedere chirurgicamente all'estremità della radice e resecare 2-4 mm dell'apice della radice con una fresa chirurgica.

b. Preparare una preparazione della cavità dell'estremità radicolare di I classe da 3 a 5 mm di profondità con una punta ad ultrasuoni.

c. Isolare l'area e ottenere l'emostasi. Asciugare l'area.

d. Comprimere delicatamente il materiale NeoMTAPlus nella cavità dell'estremità radicolare utilizzando uno strumento "plastico" o un altro piccolo supporto.

e. Rimuovere il materiale in eccesso e pulirvi la punta della radice sezionata con un pellet di cotone leggermente umido.

f. Risciacquare delicatamente.

g. Confermare il posizionamento con una radiografia.

h. Chiudere il sito chirurgico

4. SIGILLATURA E OTTURAZIONE DEI CANALI RADICOLARI:

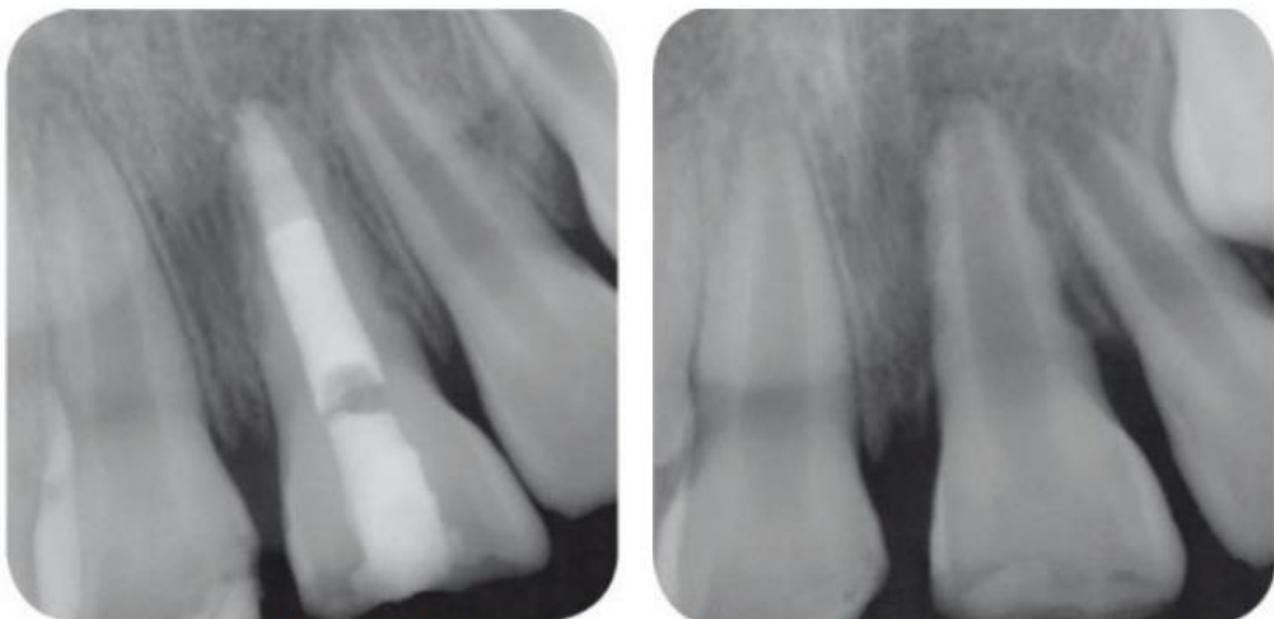


NON riempire troppo i canali radicolari. Quando una grande quantità di materiale viene inserita eccessivamente nel canale mandibolare (canale alveolare inferiore), si dovrebbe considerare l'immediata rimozione chirurgica del materiale, come per tutti i materiali del canale radicolare, secondo lo stato dell'arte.

- a. Pulire e sagomare il sistema canalare utilizzando strumenti intracanalari sotto l'isolamento della diga di gomma.
- b. Sciacquare il canale radicolare con una soluzione di NaOCl (da 3,0 a 6,0%).
- c. Rimuovere lo smear layer con EDTA (15-17%) per 60 sec.
- d. Se lo si desidera, eseguire una disinfezione finale con, ad esempio, un risciacquo con clorexidina al 2% per 60sec.
- e. Asciugare il sistema di canali con punti di carta.
- f. Per un'otturazione completa, compattare delicatamente il materiale NeoMTAPlus nei canali e assicurarne il posizionamento con una radiografia.
- g. Per le tecniche di riempimento in cui la maggior parte del canale è otturato da guttaperca, applicare un leggero rivestimento di materiale NeoMTAPlus (miscelato con il gel ad una consistenza sciroposa e filamentosa) alle pareti del canale.
 - EVITARE la formazione di bolle d'aria nel materiale.
 - NON usare un'azione di pompaggio.
 - EVITARE il riempimento eccessivo del canale.
 - MINIMIZZARE la sovraestensione del materiale oltre l'apice
- h. Prendere i coni di guttaperca disinfettati e asciugati e inserirli nel canale.
- i. Confermare il posizionamento del materiale nel sistema canalare e completare con una radiografia.

NOTA: Per la rimozione delle otturazioni del canale radicolare

- Se il materiale NeoMTAPlus viene utilizzato con coni di guttaperca, le otturazioni dei canali radicolari possono essere rimosse utilizzando tecniche meccaniche standard per la rimozione della guttaperca. Se per l'otturazione si usa solo materiale NeoMTAPlus, utilizzare strumenti ad ultrasuoni.



Apecificazione istantanea

*per gentile concessione di: Dottor Greer McMichael

3.4) ENDOPASS (DEI ITALIA):



Acronimo di Endodontic Penta-Aggregate Silicate Sealer

ENDOPASS (DEI Italia, Mercallo, VA, Italia) è stato formulato utilizzando 70-80wt% (peso %) di PC miscelato con 5-8wt% di un fillosilicato, noto anche come smectite, (Acros Organics, Fair Lawn, NJ, USA), 1-3wt% di idrotalcite (Sigma-Aldrich, Gillingham, UK) e 5-10wt% di ossido di zirconio (Sigma-Aldrich).

COME CITANO LE ISTRUZIONI PER L'USO ENDOPASS:

Viene definito come "CEMENTO IDRAULICO MULTIMINERALE PER USO ODONTOIATRICO"

CARATTERISTICHE: Endo-PASS è costituito da una miscela di componenti minerali opportunamente miscelati e trattati al fine di ottenere una pasta cementizia facilmente lavorabile e con tempi di presa rapidi. Endo-PASS deve essere miscelato con acqua bidistillata.

COMPOSIZIONE: Endo-PASS è costituito da una miscela di calico silicati (tri-calciosilicato, dicalciosilicato, tricalcioaluminato) e fillosilicati (smectiti e idrotalcite), biossido di zirconio e solfato di bario.

INDICAZIONI:

- Otturazioni permanenti del canale radicolare in associazione a guttaperca
- Chirurgia endodontica (otturazioni retrograde)
- Perforazioni
- Riassorbimenti interni ed esterni
- Apacificazione e apicogenesi
- Otturazioni retrograde
- Incappucciamento pulpare (diretto e indiretto)
- Riparazione di tessuto cariato profondo (tecnica a sandwich con adesivi e compositi)

CONTROINDICAZIONI:

Ipersensibilità accertata ai componenti. Non sono note reazioni avverse al prodotto nell'uso clinico.

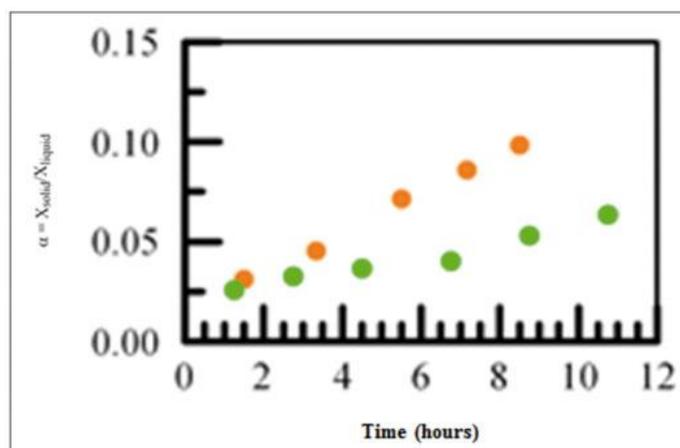
MODO D'IMPIEGO:

Endo-PASS va manipolato con cura. È bene rispettare le dosi di cemento e acqua bidistillata prescritte dal produttore e rispettare i tempi di miscelazione e lavorazione (rapporto polvere cementizia / acqua bidistillata preferibilmente 2:1, modificabile secondo le esigenze dell'intervento). Il cemento va spatolato inglobando la polvere nell'acqua bidistillata assicurandosi di incorporare tutte le particelle fino ad ottenere una consistenza cremosa. In presenza di campo operativo particolarmente bagnato, come per esempio nel caso di otturazione retrograda, la quantità di acqua bidistillata potrà essere inferiore. Endo-PASS può essere utilizzato per tutte le situazioni in cui sia necessario un indurimento in presenza di umidità. Per questo motivo, è consigliabile mantenere un campo umido. I cementi costituiti da aggregati minerali (tipo MTA), hanno bisogno di un tempo di indurimento di circa 12- 24 ore, comportando almeno due sedute operative. Il nuovo cemento Endo-PASS indurisce molto più velocemente:

tempo di lavorazione: 7-8 minuti

tempo di indurimento: 10-15 minuti

tempo di presa totale: 1 ora e 30 minuti.



NMR - Le due curve indicano la variazione del coefficiente nel tempo che rappresenta il rapporto fra le due frazioni (liquido/solido) mentre l'una si trasforma nell'altra. Si può notare come la curva di questo cemento, a pallini arancioni, mostri una più veloce cementazione rispetto al classico MTA a pallini verdi.

La polvere è bianca e lo rende adatto ai settori estetici.

Il primo passaggio è la miscelazione della polvere, che deve essere fatta in ambiente a pH neutro, in assenza di ioni, per-tanto con acqua bidistillata purissima. Vanno evitati gli

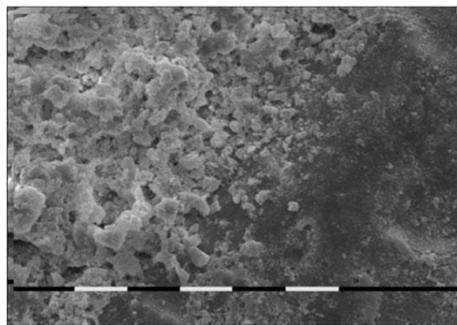
anestetici, perché tendenzialmente esteri od amidi in soluzione basica; va evitata la soluzione fisiologica di NaCl, per la presenza di ioni cloro e sodio; va evitata l'acqua del riunito per la presenza di acido ipocloroso. La temperatura dell'acqua bidistillata influenza la velocità di indurimento. La miscelazione polvere-liquido avviene in un foglio di plexiglas o placca di vetro per impasto utilizzando una spatola per cemento. Preparata la polvere su un'estremità del piano di miscelazione e due o tre gocce di liquido sull'altra estremità. Si inizia la miscelazione inglobando il cemento a poco a poco nel liquido, avendo cura di miscelare e contemporaneamente schiacciare l'impasto. Una volta raggiunta la viscosità richiesta (preferibilmente un aspetto pastoso a bassa fluidità), il cemento può essere applicato nel sito operatorio.

DATI TECNICI:

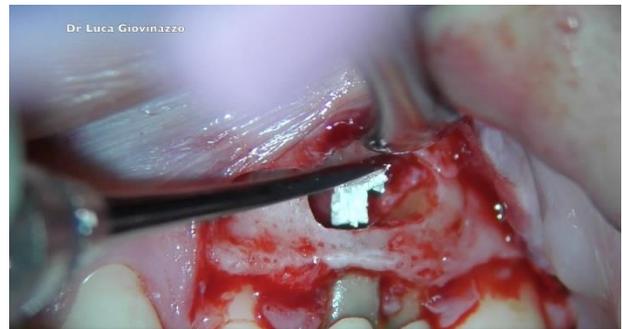
Endo-PASS è un materiale minerale, completamente biocompatibile che grazie alla sua bioattività promuove la riparazione della dentina. Infatti, quando utilizzato come materiale per incappucciamenti diretti e indiretti, esso induce una reazione che porta alla formazione di dentina di riparazione che favorisce il mantenimento della vitalità pulpare. Endo-PASS è di facile utilizzo e non necessita di alcuna procedura di preparazione delle superfici, non serve alcun tipo di adesivo e mostra eccellenti proprietà di sigillatura al fine di evitare il rischio di infiltrazioni batteriche e garantendo così l'assenza di sensibilità post-operatoria e di recidive. Le proprietà meccaniche di Endo-PASS superano ampiamente quelle dei cementi minerali a base di aggregato di cementi di Portland, rendendo Endo-PASS particolarmente indicato come cemento endodontico in combinazione con guttaperca calda e per le riparazioni endodontiche (perforazioni, riassorbimenti interni ed esterni, apicizzazioni, otturazioni retrograde). La eventuale estrusione del cemento oltre apice favorisce la guarigione ossea o, in presenza di difetti ossei apicali, permette la rapida formazione di neo-tessuto osseo. Endo-PASS può essere inoltre utilizzato nella parte coronale degli elementi dentari danneggiati, come materiale per l'incappucciamento diretto e indiretto della polpa, per la riparazione delle lesioni da carie profonda e nelle pulpotomie. Endo-PASS può essere abbinato a qualunque tecnica adesivo/composito per finalizzare le ricostruzioni definitive anche nella stessa seduta, rendendole estremamente estetiche e durevoli. La miscelazione del Endo-PASS porta alla formazione di una pasta di aspetto cremoso con reazione di indurimento che inizia immediatamente dopo che la polvere entra a contatto con acqua o altri liquidi biologici (saliva, sangue, fluido clevicorale e dentinale). Tale processo (reazione di idratazione) produce inizialmente idrossido di calcio e altri silicati determinando quindi un ambiente basico (circa pH=13) fortemente antibatterico. Dall'idratazione dei diversi silicati presenti nella formulazione dipendono le principali caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche. Ad influenzare lo sviluppo di queste proprietà, oltre al rapporto tra il silicato tricalcico e il silicato bicalcico, è la presenza

dell'ossido di zirconio e di fillosilicati cationici ed anionici, che favoriscono una maggiore resistenza del cemento dovuta a una più efficiente distribuzione della umidità. È presente anche un affinamento dimensionale delle particelle che è particolarmente curato nella presente preparazione. Infatti, un cemento più fine ha una maggiore superficie specifica e quindi una maggiore velocità di idratazione. La maggior velocità di cementazione è inoltre dimostrata da analisi NMR. La presenza nella formulazione di solfato di bario ne determina la necessaria radio-opacità senza presentare tossicità.

Secondo il Prof. Carlo Tocchio Endo-PASS non mostra i due principali difetti dei cementi bioceramici: il tempo di indurimento molto lungo e la formazione di macchie sui denti (gli altri prodotti contengono metalli scuri). È per questo che recenti ricerche dell'Università di Bologna hanno prodotto come risultato una bioceramica a più fini particelle, arricchita di zirconio in grado di indurire in circa 10 minuti, senza colorare i tessuti circostanti.



SEM - Otturazione retrograda.
Il cemento minerale (più chiaro) a contatto con la dentina.
Si noti la perfetta adesione alla parete dentinale.



*per gentile concessione di: Dottor Luca Giovanazzo

3.5) CEMENTO ENDO-EZE MTA FLOW (ULTRADENT PRODUCTS INC):



Il cemento per riparazione a base di Triossido Minerale Aggregato MTAFlow è progettato per essere miscelato velocemente e facilmente, raggiungendo la consistenza ideale per differenti tipologie di procedure. Inoltre, può essere applicato tramite le siringhe e i puntali Ultradent, assicurando un posizionamento preciso per un trattamento efficace.

- Ha proprietà bioattive che favoriscono il processo di guarigione
- Ha una consistenza morbida dovuta alla granulometria ultrafine della polvere ed al gel brevettato
- Resiste all'erosione aiutando il composto a rimanere in situ
- È facile da miscelare e da applicare
- La proporzione di miscelazione fra il gel e le componenti del cemento MTAFlow è adattabile in funzione alla tipologia di procedura
- Grazie alla sua consistenza è possibile distribuire con precisione il cemento nel canale con l'ausilio della punta da 29 ga NaviTip® tip per riassorbimenti, apicizzazioni e tappi apicali

Secondo le istruzioni fornite dalla casa produttrice:

Descrizione:

Endo-Eze™ MTAFlow™ è un sistema in polvere e liquido/gel composto da una finissima polvere inorganica radiopaca di silicato bicalcico e tricalcico che indurisce con un gel a base di acqua per un'applicazione migliore.

Indicazioni per l'uso:

Il cemento Endo-Eze MTAFlow è indicato per l'uso in procedure odontoiatriche a contatto con la polpa dentaria e i tessuti periradicolari. Le procedure odontoiatriche a contatto con il tessuto pulpare vitale sono:

1. pulpotomia

2. incappucciamento pulpare.

Le procedure odontoiatriche eventualmente a contatto con i tessuti periradicolari sono:

1. otturazione della parte distale della radice
2. apacificazione
3. riparazione di perforazioni
4. riassorbimento radicolare

Controindicazioni

1. Ipersensibilità a soluzioni caustiche (pH elevato), non adatto alla disinfezione del canale radicolare.
2. Non utilizzare per la pulpectomia di denti decidui (trattamento endodontico, eccetto in caso di assenza del dente permanente corrispondente).

Istruzioni per l'uso:

Erogazione della polvere

1. Agitare il flacone per smuovere la polvere.
2. Usando il misurino in dotazione, versare un cucchiaino raso di polvere (vedere le proporzioni consigliate nella Tabella 1) sul blocchetto di miscelazione fornito (è possibile utilizzare una lastra di vetro). Livellare la polvere nel cucchiaino con il bordo di una spatola.

Erogazione del gel

3. Agitare il flacone per tre volte. Verificare che tutto il gel sia concentrato nel beccuccio del flacone prima di erogare le gocce. Aprire il cappuccio ed erogare le gocce di gel (vedere la Tabella 1 per le proporzioni raccomandate) dal flacone.

NOTA: il flacone di plastica è abbastanza trasparente da vedere il gel all'interno. Evitare la formazione di bolle d'aria all'interno del gel durante i movimenti precedentemente descritti e verificare che il gel si trovi sulla punta del flacone prima di erogare le gocce.

4. Per alcune procedure si preferisce una consistenza fluida. Utilizzare la Tabella 1 come riferimento per ottenere consistenze diverse per l'applicazione del materiale Endo-Eze MTAFlow.

Applicazioni	Incappucciamento pulpare, perforazione della camera pulpare e pulpotomia	Riassorbimento, apacificazione e tappo apicale	Otturazione della parte distale della radice
Polvere (cucchiaino dosatore)	2 estremità grandi (0,26 g)	1 estremità grande più 1 estremità piccola (0,19 g)	1 estremità grande più 1 estremità piccola (0,19 g)
Gocce di gel	2 gocce	3 gocce	1 goccia**
Consistenza	Densa	Fluida	Pastosa
Puntale di erogazione	Micro Tip (20 ga)	Navitip® Tip (29 ga)*	Erogazione senza siringa

NOTA: è possibile aggiungere altra polvere o altro gel durante o subito dopo la miscelazione per ottenere la consistenza desiderata.

5. Usando una spatola metallica per cemento, mescolare gradualmente il gel per la polvere fino a ottenere la consistenza desiderata. Mescolare accuratamente con la spatola per fare in modo che tutte le particelle di polvere vengano idratate. Diversamente da altri cementi MTA che si utilizzano con l'acqua e hanno una consistenza ruvida e sabbiosa, il cemento Endo-Eze MTAFlow risulterà cremoso e omogeneo

NOTA: utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFlow immediatamente dopo la miscelazione o inserirlo nella siringa Skini trasparente. Non lasciare il cemento miscelato sul blocchetto di miscelazione a contatto con l'aria per un periodo prolungato per evitare l'evaporazione.

6. Rimuovere il cappuccio e lo stantuffo della siringa Skini trasparente. Prendere piccole quantità del cemento Endo-Eze MTAFlow miscelato con la spatola apposita e inserirlo nella parte posteriore del cilindro. Reinserire lo stantuffo. Collegare saldamente il puntale selezionato sulla siringa Skini. Far avanzare delicatamente lo stantuffo per rimuovere l'aria all'interno della siringa. Verificare il flusso del cemento prima dell'applicazione. In caso di resistenza, sostituire il puntale e controllare di nuovo il flusso. Utilizzare solo i puntali consigliati e non riutilizzarli.

NOTA: il cemento Endo-Eze MTAFlow miscelato e inserito all'interno della siringa Skini trasparente può essere utilizzato per un massimo di 15 minuti dopo la miscelazione. Verificare che non sia presente aria all'interno della siringa.

7. Posizionare il cemento nel sito di trattamento, usando il puntale apposito

Applicazioni:

Incappucciamento della polpa e pulpotomia

1. Isolare il contorno della preparazione della cavità usando l'isolamento con diga di gomma.

2. Rimuovere tutta la struttura dentale cariata usando una fresa rotonda a bassa velocità, o utilizzare strumenti a mano. Per incappucciamento della polpa:

a. Risciacquare delicatamente la polpa esposta con soluzione fisiologica sterile.

b. Controllare l'emorragia applicando pressione sulla polpa esposta, usando un batuffolo di cotone imbevuto di soluzione fisiologica.

Per pulpotomia:

a. Nei denti pluriradicolari, rimuovere tutti i resti di polpa camerale fino agli imbocchi dei canali. Nei denti monoradicolari, rimuovere la polpa camerale fino a circa 2mm al di sotto del livello della giunzione amelo-cementizia.

b. Se non si raggiunge l'emostasi tramite compressione con il cotone, si consiglia l'uso delle soluzioni emostatiche Astringedent® o ViscoStat®.

c. Asciugare l'area.

3. Applicare la soluzione antibatterica Consepsis® per 60 secondi. Non risciacquare.

Asciugare delicatamente con aria.

4. Inserire il cemento Endo-Eze MTAFlow sull'area di esposizione della polpa o sopra il pavimento della camera pulpare.

5. Rimuovere il materiale in eccesso nel sito con un batuffolo di cotone asciutto.

6. Dopo l'applicazione, asciugare con un leggero getto d'aria. Applicare un materiale composito fluido (PermaFlo®) o un cemento vetroionomerico rinforzato con resina (cemento UltraCem®) sopra al cemento Endo-Eze MTAFlow.

NOTA: è possibile applicare un composito sulla parte oclusale. Durante la mordenzatura per l'applicazione del composito, non mordenzare il cemento Endo-Eze MTAFlow; mordenzare solo il dente.

7. Verificare la vitalità della polpa dentale a intervalli di tre mesi o secondo necessità. Lo stato periapicale deve essere valutato con un esame radiografico.

Riparazione di perforazione (camera pulpare):

1. Applicare la soluzione antibatterica Consepsis® per 60 secondi. Non risciacquare. Asciugare delicatamente con aria.

2. Posizionare il cemento Endo-Eze MTAFlow all'interno del difetto. In base all'accesso al difetto, si può usare il puntale NaviTip.

3. Verificare il posizionamento eseguendo una radiografia.

4. Rimuovere il materiale in eccesso nel sito con un batuffolo di cotone asciutto sterile e risciacquare delicatamente.

5. Dopo l'applicazione, asciugare con un lieve getto d'aria. Applicare un materiale composito o un materiale da restauro vetroionomerico sopra al cemento Endo-Eze MTAFlow.

Riassorbimento radicolare (riassorbimento esterno, iniziato nel parodonto e che ha invaso lo spazio della polpa dentale):

1. Otturare lo spazio apicale del canale fino al difetto, usando il cemento Endo-Eze MTAFlow con una consistenza fluida (vedere Tabella) e un cono di guttaperca.

2. Erogare il cemento Endo-Eze MTAFlow all'interno del sito del difetto. In base all'accesso al difetto, si può usare il puntale NaviTip.

3. Verificare il posizionamento eseguendo una radiografia.

4. Risciacquare delicatamente.

5. Dopo l'applicazione, asciugare con un lieve getto d'aria. Otturare lo spazio del canale restante usando la tecnica di otturazione preferita.

NOTA: NON utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFlow o altri cementi a base di MTA per riparare i riassorbimenti cervicali.

Apecificazione (per creare una barriera calcificata in una radice con apice aperto o per continuare lo sviluppo apicale di una radice non completamente formata in denti con polpa necrotica):

1. Successivamente alla strumentazione del canale, rimuovere il cappuccio luer lock dalla siringa contenente la pasta a base di idrossido di calcio UltraCal® XS e collegare un puntale NaviTip. Erogare la pasta a base di idrossido di calcio UltraCal XS a 2-3 mm dallo stop apicale, ritirando lentamente e contemporaneamente il puntale. Applicare un restauro provvisorio. Si consiglia vivamente di effettuare una seduta di medicazione ogni 2 settimane.
2. Rimuovere la pasta a base di idrossido di calcio UltraCal XS usando abbondante irrigazione con una soluzione a base di acido citrico al 20%.
3. Eseguire un risciacquo finale con EDTA al 18%. Per facilitare la rimozione veloce ed efficace della maggior parte dell'irrigante usare un adattatore Luer per aspirazione con una punta capillare.
4. In genere, sono sufficienti due o tre coni di carta per l'asciugatura finale dei canali, se è stata eseguita l'aspirazione dei canali nel modo descritto.

NOTA: asciugare il sistema canalare con i coni di carta, facendo attenzione a non estendere i coni oltre un apice completamente aperto.

5. Dopo aver miscelato il cemento Endo-Eze MTAFlow e riempito la siringa Skini, posizionare il puntale NaviTip 2-3 mm prima dello stop apicale. Estrudere delicatamente il cemento Endo-Eze MTAFlow nella regione apicale, facendo in modo di creare una barriera apicale di 3-4 mm. Si consiglia di utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFlow con una consistenza fluida (vedere Tabella 1), ed erogarlo mediante un puntale NaviTip.
6. Verificare il posizionamento con una radiografia.
7. Risciacquare delicatamente.
8. Dopo l'applicazione, asciugare con un lieve getto d'aria. Riempire il resto della lunghezza del canale in direzione coronale, usando la tecnica di otturazione preferita.
9. Applicare circa 2 mm di cemento vetroionomerico o UltraCem RMGI, mordenzare e applicare il composito.

NOTA: NON sovrariempire il canale

Sigillo apicale (Endo-Eze MTAFlow con consistenza fluida può essere utilizzato come sigillo del forame apicale nei casi di riassorbimento apicale, sovrastrumentazione o perforazione apicale):

1. Dopo aver completato la preparazione del canale, irrigare con ulteriori 3-5 ml di ChlorCid®, soluzione a base di ipoclorito di sodio (3%).
2. Rimuovere con l'adattatore Luer per l'aspirazione e una punta capillary.
3. Riempire il canale con la soluzione EDTA al 18%Ultradent. Lasciare agire per circa 60 secondi. Rimuovere.

4. Risciacquare con acqua sterile. Rimuovere.
5. Irrigare con la soluzione antibatterica Consepsis. Lasciare agire per circa 3-5 minuti. Asciugare con l'adattatore Luer per l'aspirazione e una punta capillary.
6. Asciugare con coni di carta.
7. Posizionare il puntale NaviTip a 1-2 mm dallo stop apicale. Estrudere delicatamente il cemento Endo-Eze MTAFflow nella regione apicale, facendo in modo di creare una barriera apicale di 1-2 mm. Si consiglia di utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFflow con una consistenza fluida (vedere Tabella 1), ed erogarlo mediante un puntale NaviTip.
8. Inserire e rimuovere il cono di guttaperca master fino alla lunghezza di lavoro.
9. Verificare il posizionamento del materiale negli ultimi 2 mm apicali della lunghezza del canale con una radiografia. Nel caso in cui vi siano più di 2 mm di tappo apicale, utilizzare l'ultimo strumento per rimuovere il cemento in eccesso.
10. Procedere con la tecnica di otturazione selezionata. Evitare forze di compressione verticali durante l'otturazione.

NOTA: il cemento Endo-Eze MTAFflow può essere rimosso usando le tecniche di ritrattamento meccanico standard. Si consiglia di eseguire l'ultrasonicazione (ovvero, usare l'ablatore a ultrasuoni Ultrawave® XS Piezo) con le punte ultrasoniche per ritrattamenti adatte.

Otturazione retrograda della parte apicale della radice

1. Accedere chirurgicamente alla parte apicale della radice e resecare 3-4 mm di apice radicolare, usando una fresa chirurgica.
2. Eseguire una preparazione di cavità di Classe I nella parte apicale della radice profonda da 3 a 5 mm, con una punta ultrasonica.
3. Isolare l'area e ottenere l'emostasi (si consiglia l'uso delle soluzioni emostatiche Astringedent o ViscoStat). Asciugare l'area.
4. Comprimere delicatamente il cemento Endo-Eze MTAFflow usando una consistenza pastosa (vedere Tabella 1) nella cavità della parte apicale della radice, con uno strumento chirurgico appropriato.
5. Rimuovere il cemento in eccesso e pulire accuratamente la superficie radicolare reseca.
6. Risciacquare delicatamente e assicurarsi di rimuovere completamente l'agente emostatico e il coagulo.
7. Verificare il posizionamento con una radiografia.

Avvertenza:

1. La polvere di Endo-Eze MTAFflow è alcalina come tutti i silicati tricalcici.
2. L'indurimento dei silicati tricalcici viene inibito in ambienti acidi, come i siti infetti.
3. Non utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFflow o altri cementi a base di MTA per la riparazione di riassorbimenti radicolari.

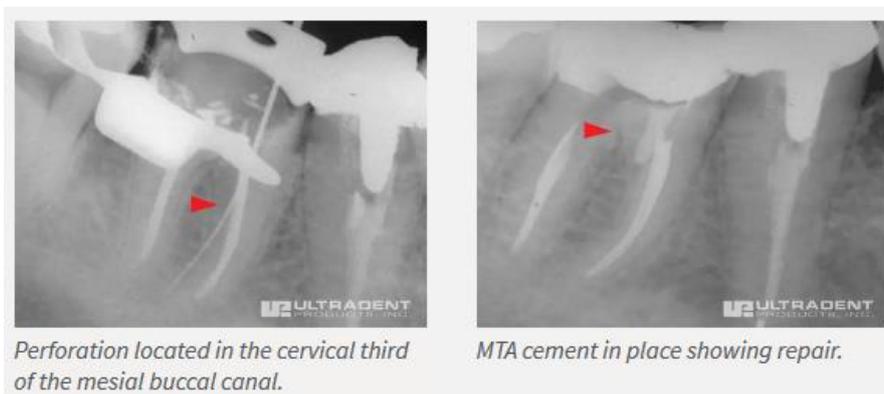
Precauzioni:

1. Leggere attentamente e capire tutte le istruzioni prima dell'utilizzo. L'uso efficace del cemento Endo-Eze MTAFlow dipende da una diagnosi accurata e dalla precisione della procedura operativa.
2. Evitare il contatto della pasta miscelata non indurita con la pelle o la mucosa orale. In caso di contatto accidentale, lavare e risciacquare con acqua. Indossare guanti e occhiali protettivi durante l'uso.
3. La polvere e il gel di Endo-Eze MTAFlow devono essere conservati ben chiusi. Aprire il flacone solo immediatamente prima dell'uso. La polvere di Endo-Eze MTAFlow è sensibile all'umidità. Chiudere il flacone dopo l'uso.
4. Rimuovere il cappuccio del flacone di gel soltanto prima dell'uso. Dopo l'uso, chiudere immediatamente il flacone con il cappuccio. Il gel esposto all'aria potrebbe addensarsi.
5. Tutte le siringhe Skini e i puntali sono monouso. Smaltire correttamente i puntali, le parti e le siringhe usate.
6. NON contaminare la polvere o il gel con uno strumento non pulito o umido.
7. NON riempire troppo i canali radicolari. Nel caso in cui sia stata inserita una quantità eccessiva di materiale, è necessario considerarne la rimozione chirurgica immediata, come per tutti i materiali endodontici.
8. NON utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFlow per riempire completamente un canale radicolare (senza i coni di guttaperca). Una volta indurito, sarà molto difficile rimuoverlo in caso di ritrattamento.
9. NON utilizzare il cemento Endo-Eze MTAFlow nelle aree del dente a contatto con il solco gengivale.
10. NON utilizzare su pazienti con sensibilità accertata verso i silicati tricalcici.

Reazioni avverse:

Se la mucosa orale entra in contatto con la pasta non indurita, può insorgere una infiammazione acuta reversibile.

Interazioni con altri materiali dentali: nessuna nota.



*per gentile concessione di: Ultradent Productions. Inc.

3.6) AUROSEAL MTA (OGNA):



Come riportano le istruzioni della casa produttrice:

Ottimo sigillo e adattamento marginale. Elevata biocompatibilità nei confronti dei tessuti vitali. Ottima resistenza alle infiltrazioni marginali. Perfetto indurimento in presenza di umidità. Grande facilità di impiego.

COMPOSIZIONE:

Polvere: miscela di ossidi minerali aggregati (M.T.A.) a base di cemento Portland, addizionata con regolatori dell'indurimento, plasticizzanti e radiopaccizzanti.

Liquido: acqua distillata in strip monodose.

PROPRIETA':

Auroseal® è un innovativo cemento endocanalare, privo di eugenolo, che si propone come cemento di elezione per numerosi impieghi di difficile risoluzione clinica. È costituito da ossidi minerali modificati la cui natura idrofila ne rende possibile l'utilizzo, senza compromissione del sigillo, anche in presenza di sangue o altri fluidi organici. Il suo elevato pH, che si sviluppa durante la fase di indurimento, limita la proliferazione batterica e le sue caratteristiche di biocompatibilità favoriscono i processi di guarigione. Il prodotto, inoltre, viene miscelato esclusivamente con acqua e quindi non ha gli inconvenienti dei tradizionali cementi eugenati: possibili irritazioni, scarsa adesività in ambienti non perfettamente asciutti.

INDICAZIONI:

Auroseal® può essere impiegato nei seguenti casi:

- riparazione delle perforazioni radicolari
- otturazioni retrograde in endodonzia chirurgica

- otturazione del terzo apicale di denti con apice beante secondo le modalità riportate di seguito.

MODALITA' D'USO:

Impastare il contenuto di un flaconcino con 3-4 gocce di liquido utilizzando il blocco da impasto fornito in dotazione; la miscelazione deve essere accurata affinché il prodotto assuma una consistenza cremosa, densa e uniforme. Il tempo di lavorazione a 20°C è di circa 3-5 minuti, e non può essere aumentato rispatolando il cemento su piastra e aggiungendo del liquido. Dopo l'applicazione, il materiale può essere compattato con l'aiuto di un pellet di cotone leggermente inumidito; la presa è favorita dal mantenimento di un ambiente umido e consente, dopo 72 h, la prosecuzione dei trattamenti restaurativi. Lo sviluppo delle migliori prestazioni meccaniche si ha dopo il completo indurimento che si verifica dopo 28 giorni circa.

APPLICAZIONI CLINICHE:

Riparazione di perforazioni radicolari:

- Isolamento del campo operatorio con diga di gomma.
- Detersione e sagomatura del canale radicolare.
- Controllo del sanguinamento e asciugatura del canale radicolare.
- Qualora non fosse possibile raggiungere un sufficiente grado di asciugatura del canale a causa di tessuti eccessivamente infiammati o in fase di suppurazione attiva, effettuare un trattamento con idrossido di calcio (Endoidrox) e temporizzare l'elemento dentale con una otturazione provvisoria. A distanza di una/due settimane rimuovere l'idrossido di calcio e procedere all'asciugatura del canale.
- Ottenimento del sigillo endodontico apicale con le normali tecniche di otturazione endodontica con guttaperca termoplastica.
- Rimozione dei detriti e del materiale da otturazione dalla perforazione.
- Revisione della perforazione radicolare e controllo del sanguinamento.
- Impastare l'Aureoseal® e posizionarlo nella perforazione con l'aiuto di una spatolina o di un plugger di dimensioni adeguate.
- Posizionare sopra l'Aureoseal un pellet imbevuto di acqua e protesizzare l'elemento dentale con una otturazione provvisoria.
- A distanza di una settimana è possibile reintervenire per controllare l'indurimento del cemento Aureoseal e quindi mettere in pratica le procedure per il restauro definitivo.

Otturazione retrograda in endodonzia chirurgica:

- Accesso chirurgico ed esposizione dell'apice.
- Resezione dell'apice effettuando un taglio a becco di flauto con angolazione minima.
- Revisione della cavità chirurgica e asportazione di tutti i residui granulomatosi.
- Preparazione della cavità retrograda usando strumenti ad ultrasuoni o manipolo con testina micro. N.B. per ottenere un sigillo appropriato occorre preparare un tratto di canale di almeno 3mm.
- Controllare il sanguinamento.
- Impastare l'Aureoseal® (una dose di polvere e 3-4 gocce di liquido) e posizionarlo nella cavità retrograda con l'aiuto di una spatolina inumidita.
- Compattare il materiale con un apposito compattatore per retrograde.
- Detergere accuratamente la cavità chirurgica e il lembo per eliminare eventuali frustoli e procedere alla sutura (dopo aver posizionato l'Aureoseal a sigillo della cavità retrograda è possibile riempire la breccia ossea con materiali osteoconduttivi).
- Riposizionare e suturare il lembo chirurgico.
- Effettuare il follow-up con radiografie endorali a distanza di 3-6 e 12 mesi.

Otturazione del terzo apicale in denti con apice beante:

- Isolare il campo operatorio con diga di gomma.
- Ottenuto l'accesso al sistema dei canali radicolari effettuare le consuete procedure per la strumentazione endodontica con mezzi meccanici e/o manuali alternando lavaggi con ipoclorito di sodio (Nicolor 5) al fine di ottenere una detersione chimica e meccanica accurate.
- Terminata la fase di detersione, non essendo possibile un efficace shaping del terzo apicale in canali con apice beante o particolarmente ampio, si procede alla creazione di una barriera apicale con Aureoseal®.
- Effettuare una accurata misurazione del diametro apicale e del plugger manuale più adatto ad effettuare la compattazione del materiale. Preparare il plugger selezionato con uno stop alla lunghezza misurata meno 3-4 mm.
- Impastare l'Aureoseal® utilizzando una dose di polvere per due gocce di liquido.
- Modellare il materiale sulla piastra a formare un cilindro di circa 4 mm e, dopo aver leggermente inumidito la punta dello strumento, caricarlo sul plugger settato alla lunghezza di lavoro meno 3-4 mm.
- Portare il materiale nel canale radicolare e compattarlo fino alla lunghezza selezionata. Se necessario è possibile procedere con più apporti di materiale, ma

se possibile è consigliabile effettuare un unico apporto.

- In alternativa è possibile utilizzare una siringa di Messing per portare il materiale all'apice e successivamente compattarlo sempre con un plugger manuale.
- Posizionare nel canale un pellet di cotone leggermente imbevuto di acqua distillata e protesizzare con una otturazione provvisoria.
- A distanza di una settimana è possibile reintervenire per controllare l'avvenuto indurimento del materiale, con il sondaggio della barriera, e la finalizzazione del trattamento con il riempimento del canale con guttaperca termoplastificata.

RISCHI: L'otturazione canalare deve essere effettuata, come con qualsiasi altro materiale e tecnica, in assenza completa di sintomatologia clinica. Poiché qualsiasi materiale che fuoriesca dall'apice può causare una reazione nei tessuti periapicali, l'operatore deve aver cura di evitare l'estrusione di qualsiasi materiale da otturazione, cementi compresi.

PRECAUZIONI: Per ottenere le caratteristiche di indurimento e di sigillo, si raccomanda di non variare le dosi di polvere e liquido. L'otturazione canalare deve essere effettuata, come con qualsiasi altro materiale o tecnica, in assenza di sintomatologia clinica. Il prodotto non deve essere spinto oltre apice o nello spazio parodontale.

AVVERTENZE: Tenere fuori dalla portata dei bambini. Non disperdere la confezione nell'ambiente dopo l'uso. Non utilizzare la polvere ed il liquido con prodotti diversi da quelli contenuti nel cofanetto.

CONTROINDICAZIONI: Ipersensibilità accertata verso i componenti del prodotto. Non sono note reazioni avverse al prodotto nell'uso clinico secondo le indicazioni riportate.

CONSERVAZIONE: Conservare a temperatura ambiente in un luogo al riparo dall'umidità e da fonti di calore.

PRESENTAZIONE: Cofanetto contenente: 5 flaconcini monouso da 400 mg di polvere cad. 5 contenitori monouso con dosatore da 0.6 ml di liquido cad. 1 blocco per impasti

REGIME D'UTILIZZO: Riservato all'uso professionale nella pratica odontoiatrica.



*per gentile concessione di: Prof. R. Boriani, Prof. A. Macchi

3.7) PD MTA WHITE (PRODUITS DENTAIRE):



Come citano le istruzioni per l'uso della casa produttrice:

Composizione:

Silicato tricalcico, silicato bicalcico, silicato bicalcico, alluminato tricalcico, ossido di calcio, Tungstato di calcio.

Proprietà:

PD MTA White è un materiale radiopaco per la riparazione del canale radicolare. Il materiale composto da vari ossidi minerali è costituito da fini particelle idrofile e presenta i seguenti vantaggi:

- Contiene particelle le cui dimensioni consentono un'idratazione omogenea e completa durante la miscelazione
- Evita la migrazione batterica e la penetrazione di fluidi tissutali nel canale radicolare grazie alla sua eccellente capacità di sigillo marginale.
- Non c'è necessità di asciugare il sito trattato. Le proprietà di PD MTA White non vengono compromesse da un ambiente umido. La polvere mescolata con acqua distillata forma un gel che si indurisce in ambiente umido. Il materiale inizia a indurirsi dopo circa 10 minuti e il tempo finale di indurimento è di 15 minuti. Non è necessario attendere l'indurimento definitivo per continuare la procedura di trattamento.

Indicazioni:

- Trattamento di perforazioni di canale radicolare e di biforcazione
- Trattamento di assorbimento Interno
- Riempimento retrogrado di canale radicolare dopo resezione apicale
- Incappucciamento diretto della polpa
- Pulpotomia
- Tappo apicale durante il trattamento di apecificazione

Istruzioni per l'uso:

Porre su una lastrina di vetro il contenuto di 1 bustina di PD MTA White e aggiungere 1 goccia di acqua distillata accanto alla polvere. Portare a poco a poco il liquido nella polvere

e miscelare uniformemente per 30 secondi. La miscela deve presentare una consistenza cremosa. Applicare immediatamente la miscela nel sito di destinazione con un applicatore appropriato (raccomandiamo il sistema PD MAP). Dopo l'applicazione, condensare il materiale con carta assorbente inumidita con acqua distillata

Precauzioni:

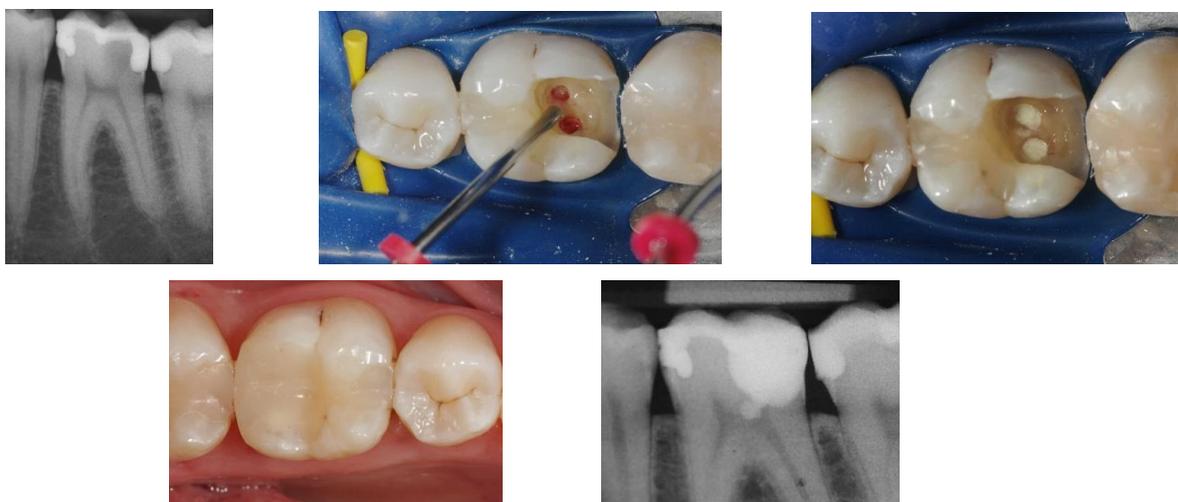
Usare PD MTA White immediatamente dopo la miscelazione. Il prodotto si disidrata molto rapidamente e se ciò accade deve essere scartato. Pulire l'applicatore immediatamente dopo l'applicazione del materiale. Se il materiale indurisce all'interno dell'applicatore non può essere più rimosso, rendendo lo strumento inservibile. Non usare PD MTA White per riempire un canale radicale completo. Non usare PD MTA White in contatto con il solco gengivale. Ciò porterebbe alla completa dissoluzione del materiale. Un pH acido (lesioni) impedisce la reazione di indurimento di PD MTA White. Evitare l'estrusione apicale. Il successo dell'applicazione di PD MTA White dipende dalla correttezza della diagnosi, dalla tecnica dell'intervento, dalle condizioni del dente trattato e dallo stato di salute generale del paziente. Durante l'uso di questo prodotto, è consigliato utilizzare dei guanti e occhiali di protezione. In caso di contatto con la pelle, risciacquare abbondantemente con acqua e sapone. In caso di irritazione cutanea, consultare un medico. In caso di contatto con gli occhi risciacquare con cautela con acqua per almeno 15 minuti, tenendo la palpebra aperta, e chiamare un medico immediatamente. In caso d'ingestione, risciacquare la bocca con acqua, bere molta acqua e consultare un medico. Mantenere la persona esposta al prodotto al riposo. Non utilizzare in caso di allergia conosciuta a uno dei componenti del prodotto.

Conservazione:

PD MTA White deve essere conservato nella sua confezione originale e a temperatura ambiente. Proteggere dall'umidità.

Durata del prodotto: 3 anni.

Confezione: Kit con 4 bustine da 140 mg di polvere e un flacone da 3 ml di acqua distillata.



*per gentile concessione di: Dottor Mauro Amato

3.8) ENDOSEQUENCE ROOT REPAIR MATERIAL (BRASSELER):



Come citano le istruzioni d'uso fornite dalla casa produttrice:

EndoSequence Root Repair Material (RRM™) è disponibile in due consistenze specificamente formulate (pasta premiscelata in siringa o consistenza putty condensabile) e contiene molte delle stesse caratteristiche del BC Sealer. Le favorevoli proprietà di manipolazione, la maggiore resistenza e il tempo di indurimento ridotto rendono l'RRM altamente resistente al lavaggio e ideale per tutte le procedure di riparazione delle radici e di incappucciamento della polpa. Ricerche e innumerevoli casi confermano che RRM è altamente biocompatibile e osteogenico.

MANEGGEVOLEZZA SUPERIORE

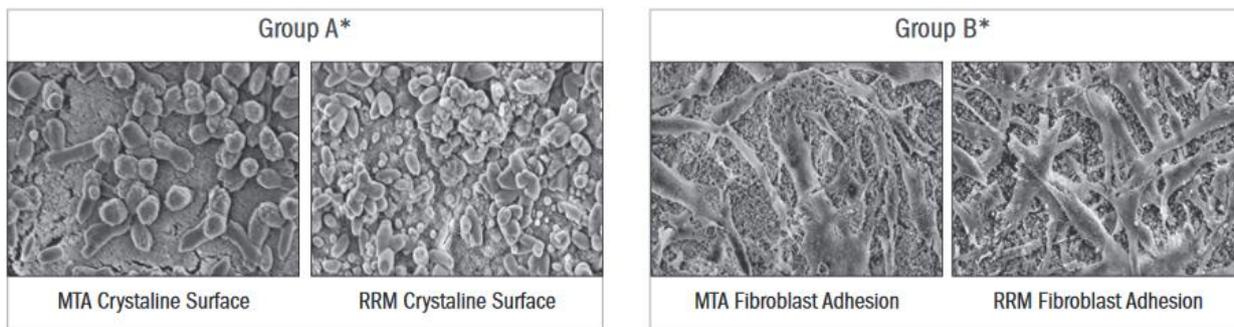
- ✓ Pasta premiscelata in siringa o consistenza putty
- ✓ Tempo di indurimento ridotto (fino a 20 minuti)
- ✓ Altamente resistente agli sciaqui

GUARIGIONE ECCELLENTE

- ✓ Altamente biocompatibile
- ✓ Osteogenico
- ✓ Antibatterico (+12 pH)
- ✓ Non macchia

BIOATTIVO

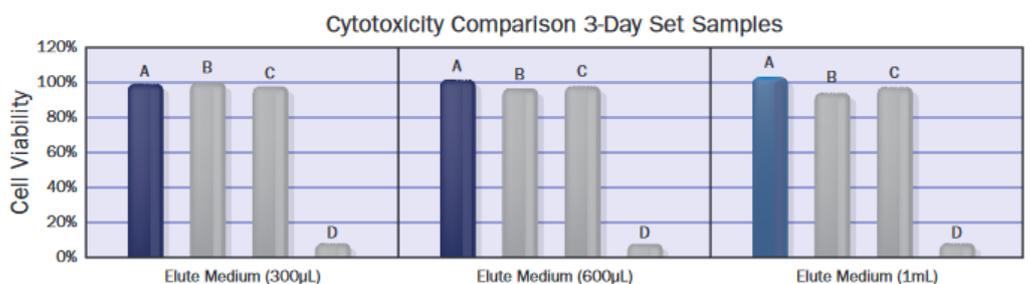
Le seguenti immagini al SEM illustrano le somiglianze tra MTA e RRM. Il "Gruppo A" mostra le superfici cristalline di MTA e RRM. Entrambe le superfici sono composte principalmente da calcio, carbonio e ossigeno. Più in particolare, "Gruppo B" mostra l'estensione dell'adesione dei fibroblasti gengivali umani all'MTA e all'RRM (dopo 7 giorni di incubazione). Si noti l'estesa sovrapposizione a matrice sulla superficie dell'RRM. Questi SEM confermano visivamente che RRM è altamente bioattivo e promuove efficacemente la biomineralizzazione.



Source: Jingzhi M, Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Biocompatibility of Two Novel Root Repair Materials. JOE. 2011; 37(6): 793-8

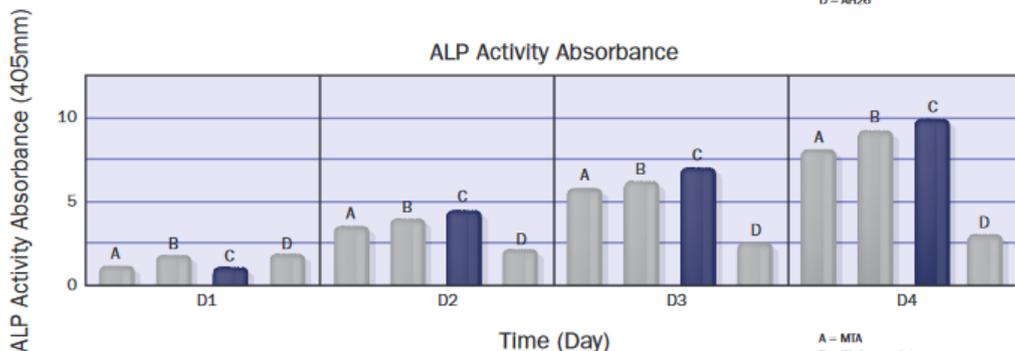
ECCELLENTE BIOCOMPATIBILITÀ E CAPACITÀ DI MINERALIZZAZIONE

I seguenti grafici illustrano la biocompatibilità e la capacità di mineralizzazione di RRM rispetto ad altri materiali per la riparazione delle radici comunemente usati.



Source: AlMezai AZ, Jiang J, Safawi KE, Spangberg LSW, Zhu Q. Cytotoxicity evaluation of EndoSequence Root Repair Material. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2010; 109(3): 122-5. DOI:10.1016/j.tripleo.2009.11.028

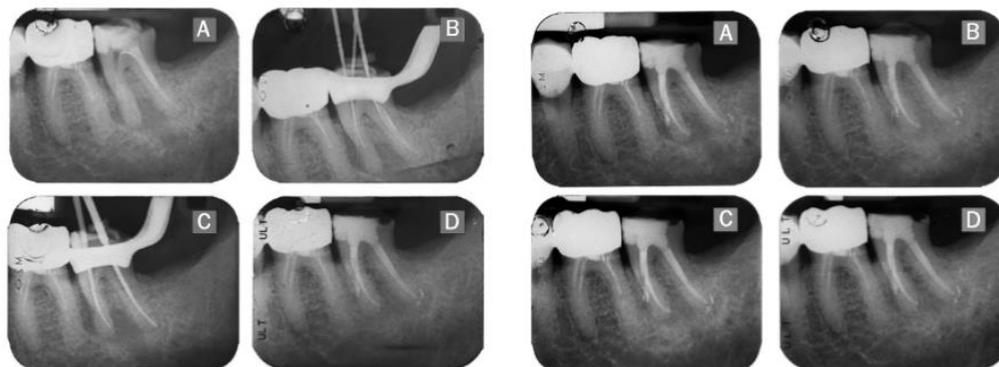
A = EndoSequence® Root Repair Material
 B = Cray MTA
 C = White MTA
 D = AH26®



Source: Zhang S, Yang X, Fan M. BioAggregate® and iRoot BP Plus (RRM® Putty) optimize the proliferation and mineralization ability of human dental pulp cells. International Endodontic Journal. 2013; DOI:10.1111/iej.12082

A = MTA
 B = BioAggregate®
 C = EndoSequence® RRM® Putty
 D = Control

AH Plus®, AH26®, ProRoot® MTA, MTA-Fillapex™, Apexit Plus™, EndoREZ®, EpiPhany™, Restlon®, Sealaplox™, BioAggregate® and Tubli-Seal™ are not trademarks of Brasseler USA. EndoSequence®, BC Sealer™, BC Points™, BC Obturation System™ and RRM™ are trademarks of Brasseler USA.



*per gentile concessione di: Prof. R. Castagnola, Prof. I. Minciocchi, Prof. L. Marigo, Prof. M. Cordaro, Prof. N. Grande

3.9) MM-MTA (DENTALICA):



Come citano le istruzioni per l'uso:

Cemento per riparazioni endodontiche

MM-MTA™ è un cemento per la riparazione endodontica. La polvere MM-MTA™ è costituita da particelle idrofile molto fini di diversi ossidi minerali. Dopo il contatto con il liquido MM-MTA™ forma un gel che si indurisce fino a diventare una barriera impermeabile. MM-MTA™ viene fornito in MM-MTA™Caps. Le MM-MTA™Caps sono facilmente attivabili e il contenuto della capsula viene facilmente espulso con la pistola MM-MTA™Gun. La miscelazione della capsula (tempo di miscelazione 30 secondi) si ottiene con un miscelatore ad alta frequenza con circa 4.300 oscillazioni/min.

I.USI

Riparazione delle perforazioni radicolari durante la terapia canale.

Otturazioni dopo apicectomia.

Incappucciamento della polpa.

II.CONTROINDICAZIONI

Non conosciuti.

III.EFFETTI COLLATERALI

Non conosciuti.

MM-MTA™ Pistola

Pistola MM-MTA™ per l'estrusione del materiale dalla capsula.



IV. ATTIVAZIONE E MISCELAZIONE (vedi istruzioni per le MM-MTA™Caps)

Attivare e miscelare le MM-Caps secondo le informazioni contenute nell'istruzione MM-MTA™Caps.

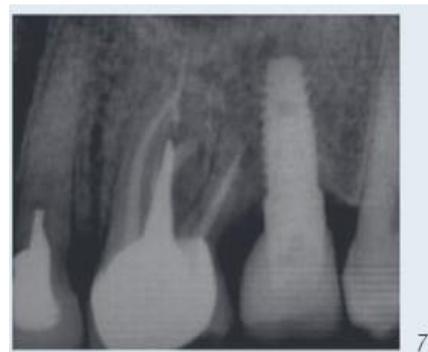
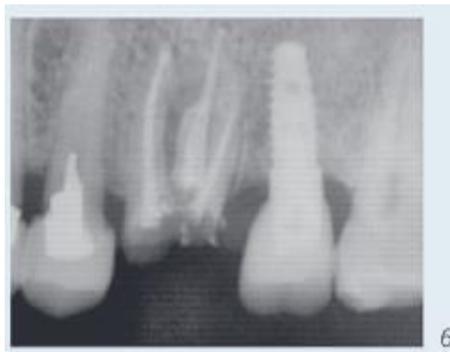
Il tempo di miscelazione per le MM-Caps™ è di 30 secondi

Attenzione: Evitare un allungamento dei tempi di attivazione, miscelazione e applicazione in quanto il materiale in fase di presa può compromettere o impedire l'applicazione del materiale. Il materiale deve essere estruso entro 10 secondi dopo la fine della miscelazione. Per evitare la disidratazione durante la presa, applicare MM-MTA™ immediatamente dopo la miscelazione. Il tempo di lavoro di MM-MTA™ è di circa 2 minuti (a 23°C). Il tempo di presa di MM-MTA™ è di circa 20 minuti. Il tempo di presa netto è di circa 2 ore.

V. APPLICAZIONE

5.1. Riparazione delle perforazioni delle radici

Riparazione di una perforazione palatina e di una perforazione del pavimento pulpare (Fig. 5, 6 e 7)

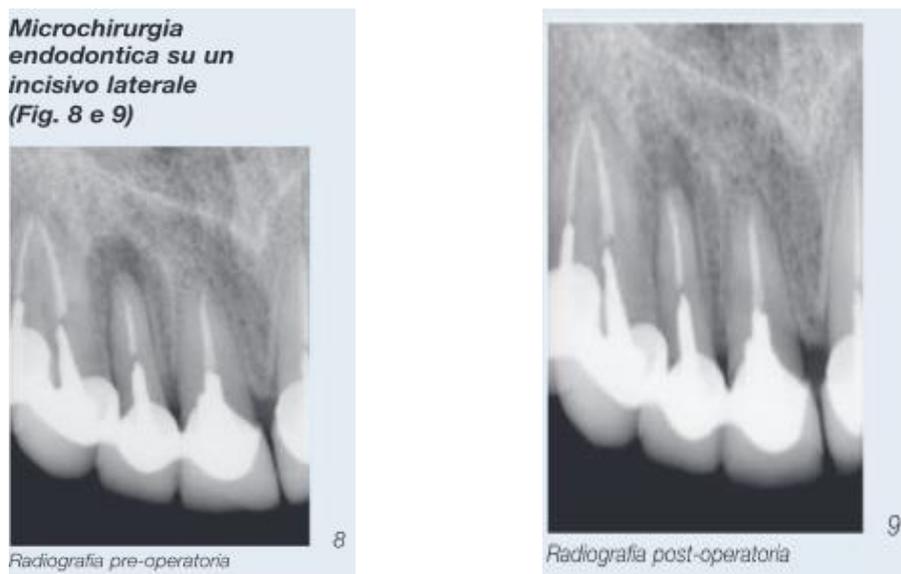


*per gentile concessione di: Dottor Issam Khalil

Posizionare la diga di gomma, detergere il sistema canalare con strumenti canalari e irrigare con NaOCl. Asciugare il canale radicolare con coni di carta e isolare la perforazione. Otturare il canale fino alla perforazione. Miscelare MM-MTA™ ed estrudere su una piastra di vetro pulita. Applicare MM-MTA™ con strumenti adatti nel sito di perforazione e condensare. Controllare la posizione di MM-MTA™ nel canale radicolare

con una radiografia. Se non è stata creata una barriera adeguata, sciacquare MM-MTA™ dal canale e ripetere la procedura dopo 20 minuti. Il materiale di riparazione MM-MTA™ rimane come parte permanente dell'otturazione del canale radicolare. Se il trattamento viene eseguito in 2 sedute, prendere un pellet di cotone umido, rimuovere l'umidità in eccesso dal pellet e posizionarlo nel canale. Sigillare la preparazione di accesso con un restauro temporaneo.

5.2. Apicectomia



*per gentile concessione di: Dottor Issam Khalil

Creare un accesso all'estremità della radice e resecare la radice con una fresa chirurgica. Utilizzare una punta ad ultrasuoni per preparare per preparare una cavità retrograda profonda 3-5 mm. Isolare l'area e asciugare la cavità radicolare con punti di carta. Mescolare MM-MTA™ ed estrarre su una piastra di vetro pulita. Applicare MM-MTA™ con strumenti adatti e condensare. Rimuovere il cemento in eccesso e pulire la superficie della radice con una garza umida. Confermare il posizionamento del materiale di riparazione MM-MTA™ con una radiografia. Il materiale di riparazione MM-MTA™ rimane come parte permanente dell'otturazione del canale radicolare

5.3. Incappucciamento della polpa

Posizionare la diga di gomma e preparare la cavità di accesso. Se è presente la carie, rimuoverla. Risciacquare la cavità e le aree di polpa esposte con NaOCl al 3-5%. Mix MM-MTA™ ed estrarre su una piastra di vetro pulita. Con uno strumento adatto applicare una piccola quantità di MM-MTA™ sulla polpa esposta e rimuovere l'umidità in eccesso con un pellet di cotone asciutto. Posizionare una piccola quantità di sottofondo e fotopolimerizzare. Eseguire un restauro adesivo in composito. La vitalità e lo stato della polpa devono essere controllati con radiografia ad intervalli regolari.

VI. PRECAUZIONI PER L'USO

Conservare l'MM-MTA™ nell'imballaggio sigillato in un luogo asciutto prima dell'uso. L'applicazione intraorale di MM-MTA™ deve essere effettuata immediatamente dopo la miscelazione per evitare la disidratazione durante l'indurimento. MM-MTA™ può causare lo scolorimento. Utilizzare MM-MTA™ solo nel canale radicolare e/o nella camera pulpare.

VII. CONSERVAZIONE

Conservare il MM-MTA™ in un luogo asciutto a 10 -25°C. Non conservare al di sotto dei 10°C! Non utilizzare dopo la data di scadenza. Le capsule MM-MTA™ sono monouso.



*per gentile concessione di: Dottor Issam Khalil

3.10) BIO ROOT RCS (SEPTODONT):



COMPOSIZIONE

Polvere a base di silicato tricalcico, ossido di zirconio e Povidone.

Soluzione acquosa di cloruro di calcio e poliacarbossilato.

PROPRIETÀ

BioRoot TM RCS è un sigillante minerale bioattivo del canale radicolare, nato dall'innovativa piattaforma "Active Biosilicate Technology" brevettata da Septodont che offre:

- Elevata purezza minerale e formulazione senza monomeri
- Formazione di idrossiapatite nell'interfaccia di sigillatura dei denti e mineralizzazione della struttura dentinale
- Proprietà antimicrobiche
- Resistenza alle microinfiltrazioni
- Radiopacità
- Facilità di manipolazione
- Removibilità

BioRoot RCS può essere considerato totalmente sicuro e senza possibilità di interazione con il campo di risonanza magnetica.

BioRoot RCS è adatto all'uso in gravidanza.

PROPRIETÀ

- BioRoot RCS è altamente biocompatibile e riduce il rischio di reazioni tissutali avverse
- BioRoot RCS stimola il processo osseo fisiologico e la mineralizzazione della struttura dentinale. BioRoot RCS crea quindi un ambiente favorevole alla guarigione periapicale
- BioRoot TM RCS previene la crescita batterica causa di insuccesso clinico
- La cristallizzazione di BioRoot TM RCS sigilla accuratamente i tubuli dentinali

- BioRoot TM RCS può essere agevolmente rimosso dal canale radicolare in caso di nuovo trattamento

INDICAZIONI

Otturazione permanente del canale radicolare in combinazione con coni di guttaperca in polpa viva o necrotica o dopo una procedura di ritrattamento. BioRoot RCS è adatto all'uso con la tecnica del cono singolo o della condensazione laterale a freddo.

CONTROINDICAZIONI E LIMITAZIONI D'USO

Allergia ad uno dei componenti.

EFFETTI INDESIDERABILI

Nessun effetto indesiderabile noto.

ISTRUZIONI PER LA MISCELAZIONE

La miscela deve essere preparata estemporaneamente.

- 1/ Raccogliere la polvere con il misurino fornito in dotazione. Mettere un misurino raso di polvere sulla piastra di miscelazione.
- 2/ Staccare un flacone monodose di soluzione. Ruotare il tappo per aprire. Versare 5 gocce del flacone monodose sulla piastra di miscelazione.
- 3/ Preparare il sigillante del canale radicolare aggiungendo progressivamente polvere al liquido. Miscelare fino ad ottenere una pasta omogenea (circa 60 secondi). Una volta ottenuta una consistenza liscia e cremosa, non incorporare eventuale polvere rimanente nel liquido.
- 4/ Lavare immediatamente gli strumenti per eliminare il materiale residuo.
- 5/ BioRoot RCS ha un tempo di lavoro minimo di 10 minuti e un tempo di presa massimo di 4 ore.

INSERIMENTO NEL CANALE RADICOLARE

- 1/ Effettuare la pulizia del canale radicolare e la procedura di sagomatura seguendo le procedure endodontiche standard.
- 2/ Scegliere un cono master di guttaperca standard e accertarsi che si adatti perfettamente alla lunghezza utile.
- 3/ Asciugare il canale con coni di carta.
- 4/ Preparare BioRoot RCS secondo le istruzioni di miscelatura.
- 5/ Applicare uno strato di BioRoot RCS sulle pareti del canale usando un cono di carta o di guttaperca.
- 6/ Completare l'otturazione inserendo il cono master di guttaperca previamente rivestito di BioRoot RCS (tecnica del cono singolo) o più coni di guttaperca rivestite (tecnica della condensazione laterale).
- 7/ Effettuare una radiografia per valutare la qualità dell'otturazione del canale radicolare.
- 8/ Usare uno strumento a caldo per tagliare la guttaperca in eccesso.
- 9/ Effettuare il ripristino temporaneo utilizzando un cemento provvisorio.

10/ Se è necessario un secondo intervento, questo deve essere effettuato dopo il completo indurimento di BioRoot RCS, vale a dire trascorso un periodo da 1 settimana a 1 mese.

Effettuare una radiografia per verificare la permanenza di 3 - 5 mm di cemento all'estremità della radice.

Rimozione di BioRoot RCS

Dal momento che BioRoot RCS è usato in combinazione con coni di guttaperca, può essere rimosso con le tecniche convenzionali.

AVVERTENZE E PRECAUZIONI D'USO

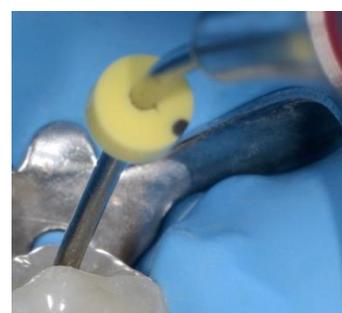
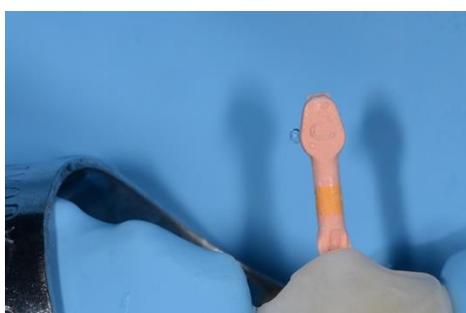
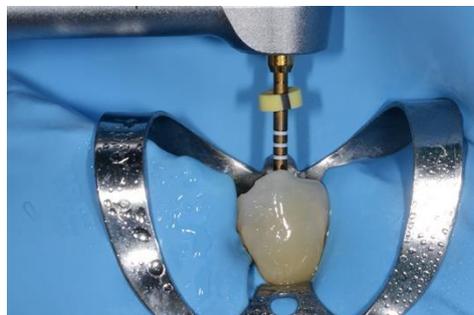
- Accertarsi della preparazione del campo operatorio in modo da isolare la zona di lavoro.
- In caso di forame apicale ampio, l'otturazione del canale radicale deve essere preceduta da apacificazione.

CONSERVAZIONE

Conservare in un luogo asciutto. I flaconi monouso devono essere utilizzati subito dopo l'apertura. Il materiale rimanente deve essere eliminato. La polvere deve essere usata entro 6 mesi dall'apertura.

PRESENTAZIONE

- 1 bottiglia da 15 g di polvere
- 35 flaconi di liquido monodose
- 1 misurino



*per gentile concessione di: Prof. Andrea Polesel

4) DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dopo una revisione accurata della letteratura riguardo a questa tematica e una revisione delle informazioni fornite dalle case produttrici, è chiaro che le proprietà intrinseche di questi materiali possono far aumentare la durata della vitalità del dente e la sua funzionalità a patto di utilizzarli dopo una corretta diagnosi e seguendo perfettamente le indicazioni fornite dalle case produttrici.

Ognuno di questi materiali può trovare la sua indicazione terapeutica, PRO ROOT MTA, BIODENTINE, NEO MTA PLUS, ENDO PASS e PD MTA WHITE sono materiali che si prestano a tutte le lavorazioni endodontiche e restaurative di interesse di questa Tesi (Riparazione per Perforazione, Apacificazione, Otturazione apicale in chirurgia endodontica, Incappucciamento pulpare diretto e indiretto, Pulpotomia dell'elemento deciduo, Otturazione di apice beante), mentre AUROSEAL si può usare solo per trattamento delle Perforazioni, Otturazione retrograda e Otturazione di apice beante, MM-MTA trova indicazione solo su trattamento delle perforazioni otturazione apicale in chirurgia endodontica e incappucciamento pulpare, CEMENTO ENDO-EZE MTA FLOW da indicazioni della casa produttrice non può essere utilizzato per Pulpectomia di elementi decidui, Riassorbimenti cervicali e Riassorbimenti radicolari, PRO ROOT MTA, NEO MTA PLUS e CEMENTO ENDO-EZE MTA FLOW trovano indicazione anche su trattamento di Riassorbimento radicolare esterno. BIO ROOT RCS trova indicazione su tutti gli interventi citati, ad eccezione dell'Otturazione degli apici beanti, in quanto la casa consiglia di eseguire prima un intervento di Apacificazione.

Prendendo in considerazione l'ergonomia dello studio odontoiatrico, BIODENTINE e MM-MTA richiedono un miscelatore apposito in quanto le polveri sono contenute all'interno di una capsula e la loro miscelazione col liquido apposito deve avvenire all'interno di essa (quindi richiedono l'acquisto di un macchinario per poterli utilizzare, se il professionista possiede un miscelatore per amalgame dentali può utilizzarlo, d'altronde le aziende che forniscono questi materiali consigliano l'uso di miscelatori appositi). Gli altri materiali presi in esame richiedono una miscelazione manuale su una piastra di vetro.

PRO ROOT MTA è il materiale di prima scelta in virtù di una letteratura scientifica di 25 anni e di una conferma della sua predicibilità clinica in seguito a casi clinici eseguiti da clinici di tutto il mondo in questi 25 anni, BIODENTINE, pur avendo una letteratura scientifica che si estende a 12 anni e avendo vantaggi relativi alla purezza della sua composizione farmacologica e chimico-fisica, ha il grande vantaggio rispetto al PRO ROOT MTA di indurire in 12 minuti, questo vantaggio si riflette nella possibilità di eseguire determinati tipi di intervento, per i quali il PRO ROOT MTA non è indicato, ad esempio interventi in cui si deve eseguire ricostruzioni della zona cervicale, la quale potrebbe essere esposta ai fluidi orali del paziente, di conseguenza il PRO ROOT MTA (non avendo un indurimento in 12 minuti) verrebbe lavato via dai fluidi orali del paziente. In questo tipo di interventi nella zona cervicale

dell'elemento dentale, ad esempio nel riassorbimento cervicale invasivo, BIODENTINE risulta essere vantaggioso perché permette di ricostruire e sigillare la zona del riassorbimento, zona che è in parte sotto gengivale e in parte esposta ai fluidi orali. Questo tipo di intervento è preferibile eseguirlo in composito, ma non sempre vi sono le condizioni ottimali di un isolamento del campo operatorio, quindi BIODENTINE rappresenta un materiale di riferimento in queste aree. Un'altra situazione clinica in cui vi è la necessità di eseguire interventi in un'unica seduta sono i Riassorbimenti Cervicali in cui il materiale viene inserito per via ortograde non chirurgica, in questo caso il materiale viene esposto parzialmente ai fluidi orali, di conseguenza il PRO ROOT MTA non rappresenterebbe il materiale di prima scelta al contrario di BIODENTINE, quindi si considera BIODENTINE materiale di prima scelta ogni volta che la situazione clinica porta il materiale ad avere un contatto con i fluidi orali del paziente. Sono necessari più studi clinici per valutare l'impatto a lungo termine dei biomateriali nei risultati del trattamento endodontico e restaurativo.

5) RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il Professor Benedicenti e il Professor Polesel, il primo per l'opportunità di lavorare nel suo reparto, il secondo per l'aiuto, la disponibilità e la pazienza dimostrati durante lo svolgimento di questa tesi.

Ringrazio la mia famiglia, che mi ha sempre sostenuto permettendomi di arrivare a questo traguardo inseguendo ogni obiettivo e lasciandomi la libertà di scegliere la mia strada.

Ringrazio il Dottor Luca Giovinazzo, grazie per avermi accolto e guidato da tre anni a questa parte. Grazie perché sei un modello umano e professionale a cui tutti dovrebbero aspirare a diventare, e grazie per avermi trasmesso la passione per la nostra professione e per avermi aperto le porte del tuo studio.

Ringrazio i miei compagni di studio, Piero e Marco perché insieme abbiamo condiviso momenti di studio e di svago che ci hanno portati fino al raggiungimento di questo importante obiettivo.

Ringrazio i miei amici, in particolare Matteo, forse l'unico a comprendere la complessità di un corso di laurea così impegnativo.

Infine, ringrazio la mia fidanzata Valeria, la persona che più di tutte è stata capace di capirmi e sostenermi nel corso di questi 6 anni. Sei l'unica persona che avrei voluto avere al mio fianco.

6) BIBLIOGRAFIA

1. Lentini M, Fornara R, Pasqualini D. L'otturazione di apici canalari ampi o alterati con MTA - Giornale Italiano di Endodonzia 2011; 25: 127-142.
2. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. JEndod 1993;19:541-4.
3. Torabinejad M., Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J endod 1995;21:349-53.
4. Koh ET, Mc Donald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. J Endodon 1998; 24(8): 543-7.
5. Pitt Ford TR, Torabinejad M, ABEDI hr, Bakland LK, Kariyawasam SP. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. JADA 1996; 127(10): 1491-4.
7. Holland R, De Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. J Endodon 1999 25(3): 161-6a.
8. Lee sJ, Monsef M, torabinejad M. the sealing ability of a Mta for repair of lateral root perforation. J Endod 1993;19:541-4.
9. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-- part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. J Endod 2010;36:400-13.
10. Polesel A. Ritattamento e sigillo apicale con MTA di un incisivo centrale apicectomizzato: presentazione di un caso clinico G It Endo - vol. 20 - n. 4, pp. 240-244
11. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endodon 1999; 3: 197-205.
12. Castellucci A. The use of MTA in clinical and surgical endodontics. Discover your roots 12th Biennal European Congress. Dublin 2005.
13. Shabahang S, Torabinejad M. Treatment of teeth with open apices using Mineral Trioxide Aggregate. Pract Proced Aesthet Dent 2000; 12(2): 315-320.
14. Arens DE, Torabinejad M. Repair of furcal perforations with Mineral Trioxide Aggregate: two case reports. Oral Surg Oral Med Oral Pathos 1996; 82(1):84-88.

15. Roda SR. Root Perforation Repair: surgical and nonsurgical management. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001; 13(6): 467-72.
16. Witherspoon DE, Ham K. One-visit apexification: technique for inducing rootend barrier formation in apical closures. *Pract. Proced Aesthet Dent* 2001; 13(6): 455-62.
17. Gorni F. I materiali e le loro modalità d'uso per l'otturazione retrograda in endodonzia chirurgica. *Dalla Biologia alla Tecnologia. 26° Congresso Nazionale SIE. Roma 2005*
18. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. *J Endodon* 1993; 19: 591-5.
19. Cavalleri GA. Tecniche di utilizzo ortograde e chirurgico del cemento MTA. *Le nuove frontiere dell'estetica. Congresso AIOM. Torino 2006*
20. Cummings GR, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate as a isolating barrier for internal bleaching. *J Endod* 1995;21.
21. Y.-J. A. Kim & N. P. Chandler Determination of working length for teeth with wide or immature apices: a review *IEJ* 46, 483–491, 2013
22. H Schilder, "Vertical compaction of warm gutta percha," in *Techniques in clinical endodontics*. Philadelphia: W.B. Saunders Co, 1983, p. 76.
23. FS Weine, *Endodontic therapy, terza edizione ed.* St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1982.
24. R Bence, *Handbook of clinical endodontics, seconda edizione ed.* St. Louis: The C.V Mosby Company, 1980.
25. A Castellucci, *Endodonzia*. Prato: Edizioni odontoiatriche il Tridente, 1993.
26. G Vignoletti, "Le reazioni della polpa alle carie," *Il Dentista Moderno*, vol. 9, p.
27. FJ Marshall, "Planning endodontic treatment," *Dent Clin North Am*, vol. 23, p. 495, 1979.
28. H. Schilder and S.Y. Fulton, "Canal debridement and disinfection," in *Pathways of the pulp*, Terza ed. St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1984, p. 175.
29. A Castellucci, *Endodonzia*. Prato: Edizioni odontoiatriche il Tridente, 1993.
30. H. Schilder and S.Y. Fulton, "Canal debridement and disinfection," in *Pathways of the pulp*, Terza ed. St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1984, p. 175.
31. A Castellucci, *Endodonzia*. Bologna: Edizioni Martina, 1996.

32. JC Baumgartner, CM. Brown, CI Mader, and et al, "A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid," J Endod, vol. 10, pp. 579-86, 1984.
33. CL Mader, JC Baumgartner , and DD Peters, "Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls.," J Endod, vol. 10, pp. 477-83, 1984.
34. M Torabinejad, R Handysides, AA Khademi, and et al, "Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review.," Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod, vol. 94, pp. 658-66, 2002.
35. EC Kirk, D. Cosmos, vol. 35, p. 162, 1893
36. R Schreier, "Oestr-ungar. Vierteljsschr. F. Zahnhlk," vol. 8, p. 119, 1892.
37. PA Levene, D Cosmos, vol. 63, p. 905, 1921.
38. FC Wilkinson, Brit D.J, vol. 50, p. 1, 1929.
39. B Waiman, M Kopp, G Pinero, and E Lassari, "Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro," J Endod, vol. 5, p. 258, 1979.
40. GG Stewart, HM Cobe, and H Rappaport, "A study of a new medicament in chemomechanical preparation of infected root canals," J Am. Dent. Assoc., vol. 63, p. 33, 1961.
41. EA Brown, "Glyceride of hydrogen peroxide: a correlative review of laboratory and clinical data," Ohio State Mad. J., vol. 42, p. 600, 1946.
42. AY Kaufman, I Binderman , L Tal, I Gedalia, and G Peretz, "New chemotherapeutic agent for root canal treatment: a preliminary electron microscopic study on an in vivo and in vitro endodontically treated tooth," Oral. Surg., vol. 46, p. 283, 1978.
43. J Lehman, Wa Bell, and H Gerstein, "Sodium lauril sulfate as an endodontic irrigant," J Endod, vol. 7, p. 381, 1981.
44. SG Hesselgren, GM Dahl, and V Needlick, "Dodecyldiaminoethylglycine as an inhibitor of bacteria, fungi, and dental plaques," Swed. Dent. J., vol. 66, p. 181, 1975.
45. J Dutner, P Mines, and A Anderson, "Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey," J Endod, vol. 38, pp. 37-40, 2012.
46. GM Delany, "The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly

- extracted necrotic teeth," Thesis. Indianapolis, Indiana University, School of Dentistry, pp. 90-2, 1980.
47. F Riitano, G Grippaudo, and R Scandurra, "Problemi chimici dello svuotamento del canaleradicolare: eliminazione del tappetino organico-minerale," *Rivista Italiana di Stomatologia*, vol. 5, p. 7, 1982.
48. JC Baumgartner and CL Mader, "A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimes," *J Endodon*, vol. 13, pp. 147-57, 1987.
49. GB Shuping, D Orstavik, A Sirgurdsson, and et al, "Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications.," *J Endod*, vol. 26, pp. 751-5, 2000.
50. M Zehnder, "Root canal irrigants," *J Endod*, vol. 32, pp. 389-98, 2006.
51. CE Radcliffe, L Potouridou, R Qureshi, and et al, "Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganism *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*.,," *Int. Endod J*, vol. 37, pp. 438-46, 2004.
52. MS Clegg, FJ Vertucci, C Walker, and et al, "The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro," *J Endod*, vol. 32, pp. 434-7, 2006.
53. G Sirtes, T Waltimo, M Schaetzle, and et al, "The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy," *J Endod*, vol. 31, pp. 669-71, 2006.
54. G Mc Donnel and AD Russel, "Antiseptics and disinfectans: activity, action, and resistance," *Clin Microbiol Rev* , pp. 147-79, 1999.
55. F De Hemptinne et al., "In Vivo Intracanal Temperature Evolution during Endodontic Treatment after the Injection of Room Temperature or Preheated Sodium Hypochlorite," *J Endod*, vol. 41, pp. 1112-5, 2015.
56. DM Moreira, JF Almeida, CC Ferraz, and et al, "Structural analysis of bovine root dentin after use of different endodontics auxiliary chemical substances.," *J Endod*, vol. 35, pp. 1023-7, 2009.
57. AP Farina, D Cecchin, JV Barbizam, and B Jr Carini, "Influence of endodontic irrigants on

- bond strength of a self-etching adhesive," Aust Endod J, vol. 37, pp. 26-30, 2011.
58. S Calt and A Serper, "Time –dependent effects of EDTA on dentin structures," J Endod , vol. 1, pp. 17-19, 2002.
59. G Kuhn and L Jordan, "Fatigue and mechanical properties of nickeltitanium endodontic instruments," J Endod , vol. 28, pp. 716-20, 2002.
60. MJ Matwychuk, WR Bowles, SB McClanahan, JS Hodges, and IJ Pesun , "Shaping abilities of two different engine-driven rotary nickel-titanium systems or stainless steel balance-force technique in mandibular molars.," J Endod, vol. 33, pp. 868-71, 2007.
61. OA Peters, RD Morgental, KA Schulze, and et al., "Determining cutting efficiency of nickeltitanium coronal flaring instruments used in lateral action," Int Endod J, vol. 47, pp. 505-13, 2014.
62. MG Bahia, MC Melo, and VT Buono, "Influence of simulated clinical use on the torsional behavior of nickel-titanium rotary endodontic instruments," Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, vol. 101, pp. 675-80, 2006.
63. JM Young and KJ Van Vliet, "Predicting in vivo failure of pseudoelastic NiTi devices under low cycle, high amplitude fatigue.," J Biomed Mater Res B Appl Biomater, vol. 72, pp. 17-26, 2005.
64. SR Oh, SW Chang, Y Lee, and et al, "A comparison of nickel-titanium rotary instruments manufactured using different methods and cross-sectional areas: ability to resist cyclic fatigue.," Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, vol. 109, pp. 622-8, 2010.
65. Y Shen, HM Zhou, YF Zheng, and et al, "Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments.," J Endod, vol. 39, pp. 163-72, 2013.
66. ES Pereira, RO Gomes, AM Leroy, and et al, "MechanicalbehaviorofM-Wire and conventional NiTi wire used to manufacture rotary endodontic instruments," Dent Mater, vol. 29, pp. 318-24, 2013.
67. JY Blum, P Machtou, C Ruddle, and JP Micallef, "Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient.," J Endod, vol. 29, pp. 567-75, 2003.

68. DD Roland, WE Andelin, DF Browning, and et al., "The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments.," J Endod, vol. 28, pp. 543-5, 2002.
69. PV Patino, BM Biedma, CR Liebana, and et al, "The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments...," J Endod, vol. 31, pp. 114-6, 2005.
70. AM Elnaghy, "Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel-titanium rotary files," Int Endod J, vol. 47, no. 11, pp. 1034-9.
71. JI Ingle, CW Newton, JD West, and et al, "Obturation of the radicular space," in Endodontics. Hamilton, Ontario: BC Decker, 2002, pp. 571-668.
72. PM Dummer, JH McGinn, and DG Rees, "The position and topography of the apical canal cosnstriction and apical foramen," Int Endod J, vol. 17, pp. 192-8, 1984.
73. P.R. Dow and J.I. Ingle, "Isotope determination of root canal failure," Oral Surg Oral Med Oral Pathol, vol. 8, pp. 1100-1104, 1955.
74. ED Coolidge, "A discussion of clinical results of root canal treatment and filling," Dental Cosmos, vol. 69, p. 1280, 1927.
75. LI Grossman, Endodontic Practice, Settima ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1970.
76. H Schilder, "Endodontic Therapy," in Current therapy in Dentistry. St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1964, vol. 2, p. 84.
77. J West, "The relationship between the three-dimensional endodontic seal and endodontic failure," in Thesis. Boston University, 1975.
78. M Venturi and U Uccioli, "Trattamento canalare primario," in SIE Manuale di Endodonzia. Trento: Edra Masson, 2013, pp. 445-98.
79. G Cantatore, "Obturation canalaire et preservation radriculaire," R alit es Cliniques , vol. 5, no. 1, pp. 33-53, 2004.
80. WJ Pertot, J Camps, M Remusat, and JP Proust, "In vivo comparison of the biocompatibility of two root canals sealers implanted into the mandibular bones of rabbits," Oral Surg Oral Med Oral Pathol, vol. 73, pp. 613-20, 1992.
81. RM Block, RD Lewis, JB Sheats, and SH Burke, "Cell-mediated immune response to dog pulp tissue altered by Kerr Rickert's sealer via the root canal.," Oral Surg Oral Med Oral Patol,

- vol. 46, no. 4, pp. 567-75, 1978.
82. H Schilder, A Goodman, and W Aldrich, "The thermomechanical properties of gutta-percha. Part I. The compressibility of gutta-percha," *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, vol. 37, pp. 946-53, 1974.
83. JP Deemer and PJ Tsaknis, "The effects of overfilled polyethylene tube intraosseous implants in rats," *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, vol. 48, pp. 358-73, 1979.
84. WR Moorer and JM Genet, "Evidence for antibacterial activity of endodontic gutta-percha cones," *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, vol. 53, pp. 503-7, 1982.
85. ES Senia, RV Marraro, JL Mitchell, AG Lewis, and L Thomas, "Rapid sterilization of gutta-percha cones with 5,25% sodium hypochlorite," *Journal of endodontics*, vol. 1, pp. 136-40, 1975.
86. KR Hunter, W Doblecki, and GB Jr Pelleu, "Halothane and eucalyptol as alternatives to chloroform for softening gutta-percha," *J Endod*, vol. 17, pp. 310-1, 1991.
87. H Schilder, A Goodman, and W Aldrich, "The thermomechanical properties of gutta-percha. Part V. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation.," *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, vol. 59, pp. 285-96, 1985.
88. CW Bunn, "Molecular structure and rubber-like elasticity. Part I. The crystal structure of beta guttaperca, rubber and polychlorafene.," *Proc R Soc* 1, pp. 180-40, 1942.
89. G Cantatore, VA Malignino, and G Luppoli, "Guttaperca Thermafil: analisi delle capacità sigillanti," *Dental Cadmos*, vol. II, pp. 38-47, 1995.
90. H Schilder, A Goodman, and W Aldrich, "The thermomechanical properties of gutta-percha. III. Determination of phase-transition temperatures for gutta-percha.," *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, vol. 38, no. 1, pp. 109-14, 1974.
91. Katia Greco and Giuseppe Cantatore, "Un approccio critico alle tecniche di otturazione canalare," *Giornale Italiano di Endodonzia*, no. 28, pp. 48-78, 2014.
92. G Cantatore, "Evoluzione delle tecniche di otturazione canalare," *Dental Cadmos*, vol. 5, 2000.
93. LS Buchanan, "La tecnica dell'onda continua di condensazione," *L'informatore Endodontico*,

- vol. 1, pp. 24-33, 1997.
94. C Boutsoukis, B Verhaagen, M Versluis, and et al, "Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model.," *J Endod*, vol. 36, pp. 875-9, 2010.
95. G Cantatore and JY Coche, "Le système Thermafil.," *Endo Rev Franc Endod*, vol. 4, no. 17, p. 35, 1998.
96. G Cantatore, G Lupoli, and A Menghini, "Analisi al SEM di varie guttaperche dentali.," *Attualit`a dentale*, vol. 26, p. 18, 1993.
97. G Cantatore, VA Malagnino, and P Giannini, "Guttaperca Thermafil: analisi delle capacità sigillanti," *Dental Cadmos*, vol. 11, p. 38, 1995.
98. G Cantatore, "Thermafil versus System B," *Endodontic Practice* , p. 6, 2001.
99. G Goracci, G Cantatore, and P Maviglia, "Sistema Thermafil nelle otturazioni canalari: analisi sperimentale.," *Dental Cadmos*, vol. 4, p. 11, 1993.
100. JL Gutmanm and et al, "A assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 1. Radiographic evaluation of adaptation and placement.," *Intern Endod Journal*, vol. 26, no. 3, p. 173, 1993.
100. JJ Juhlin and et al, "Adaptation of Thermafil components to canal walls.," *J Endod*, vol. 19, no. 3, p. 130, 1993.
101. Y Haikel and et al, "Apical microleakage of radiolabeled lysozyme over time in three techniques of root canal obturation," *J Endod*, vol. 26, no. 3, p. 148, 2000.
102. G Hata and et al, "Sealing ability of thermoplasticized gutta-percha fill techniques as assessed by a new method of determining apical leakage.," *J Endod*, vol. 21, no. 4, p. 167, 1995.
103. M Pommel, B Jacquot, and J Camps, "Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage.," *J Endod*, vol. 27, no. 5, p. 347, 2001.
104. Gutmann J, Heaton J (1981) Management of the open (immature) apex. 2. Non-vital teeth. *International Endodontic Journal* 14, 173–8.
105. Bogen G, Kuttler S (2009) Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *Journal of Endodontics* 35, 777–90

106. Mente J, Hage N, Pfefferle T et al. (2009) Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: a retrospective analysis of treatment outcome. *Journal of Endodontics* 35, 1354–8.
107. Van Hassel H, Natkin E (1970) Induction of root end closure. *Journal of Dentistry for Children* 35, 57 –9
108. Sarris S, Tahmassebi JF, Duggal MS, Cross IA (2008) A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children- a pilot study. *Dental Traumatology* 24, 79 –85
109. Friend EA (1966) Root treatment of teeth with open apices. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 59, 1035–6.
110. Moore A, Howley MF, O’Connell AC (2011) Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dental Traumatology* 27, 166–73.
111. Andreasen J, Andreasen F (2000) *Essentials of Traumatic Injuries to the Teeth: a step-by-step treatment guide*, 2nd edn. Copenhagen: Munksgaard, 12.
112. Pinar Erdem A, Sepet E (2008) Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. *Dental Traumatology* 24, e38–41.
113. Steiner J, Dow P, Cathey G (1968) Inducing root end closure of non-vital permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children* 35, 47 –54.
114. Ingle J (1957) Endodontic instruments and instrumentation. *Dental Clinics of North America* 1, 805–22.
115. Van Hassel H, Natkin E (1970) Induction of root end closure. *Journal of Dentistry for Children* 35, 57 –9.
116. Whitworth J, Nunn J (2001) *Pediatric Endodontics*. In: Welbury R, ed. *Pediatric Dentistry*, 2nd edn. Oxford: Oxford University Press, pp. 172–3.
117. Duell R (1973) Conservative endodontic treatment of the open apex in three dimensions. *Dental Clinics of North America* 17, 125–34
118. Gilbert B (1983) Endodontic treatment of the open apex. *Quintessence International* 14, 293–9

119. Dummer P, McGinn J, Rees D (1984) The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *International Endodontic Journal* 17, 192–8.
120. ElAyouti A, Dima E, LÉost C (2009) A tactile method for canal length determination in teeth with open apices. *International Endodontic Journal* 42, 1090–5
121. Friend LA (1967) The treatment of immature teeth with non-vital pulps. *International Endodontic Journal* 1, 28 –33
122. Baggett FJ, Mackie IC, Worthington HV (1996) An investigation into the measurement of the working length of immature incisor teeth requiring endodontic treatment in children. *British Dental Journal* 181, 96 –8
123. Rosenberg D (2003) The paper point technique, Part 1. *Dentistry Today* 22, 80 –6
124. Marcos-Arenal JL, Rivera EM, Caplan DJ, Trope M (2009) Evaluating the paper point technique for locating the apical foramen after canal preparation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 108, e101–5
125. Arai Y, Tammissalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K (1999) Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dent Radiol*; 28: 245–248.
126. Robb RA, Sinak LJ, Hoffman EA, Kinsey JH, Harris LD, Ritman EI (1982) Dynamic volume 83 imaging of moving organs. *J Med Syst*; 6: 539–554.
127. Arnheiter C, Scarfe WC, Farman AG (2006) Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. *Oral Radiol*; 22: 80–85.
128. Cotton TP, Geisler TM Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG (2007) Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod*. September; 33(9): 11211132.7
129. Danforth RA, Clarke DE (2000) Effective doses from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 89: 236–243.
130. Tyndall DA (2012) Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography, in *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 113(6), 817-26.
131. Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Arijii E, Nakamura H (2006) Effectiveness of

- Dental Computed Tomography in Diagnostic Imaging of Periradicular Lesion of Each Root of a Multirrooted Tooth: A Case Report. *Journal of Endodontics* 32, 583–7.
132. Tyndall DA, Rathore S (2008) Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* October; 52(4): 825-841
 133. Ozer SY (2010) Detection of vertical root fracture of different thickness in endodontically enlarged teeth by cone-beam computed tomography versus digital radiography. *J Endod.* July; 36(7): 1245-1249.
 134. Nagaraja S, Sreenivasa Murthy BV (2010) CT evaluation of canal preparation using rotary and hand NI-TI instruments: an in vitro study. *J Conserv Dent.* January; 13(1): 16-22.
 135. Siraci E, Cem Gungor H, Taner B, Cehreli ZC (2006) Buccal and palatal talon cusps with pulp extensions on a supernumerary primary tooth. *Dentomaxillofac Radiol.* November; 35(6): 469-472.
 136. Rodriguez G, Abella F, Duran-Sindreu F et al. (2017a) Influence of cone-beam computed tomography in clinical decision making among specialists. *Journal of Endodontics* 43, 194–9.
 137. Brynolf I (1967) A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. *Odontologisk Revy* 18(Supplement 11), 5.
 138. Bender IB, Seltzer S (1961) Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. *Journal of the American Dental Association* 62, 152–60.
 139. Forsberg J, Halse A (1994) Radiographic simulation of a periapical lesion comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *International Endodontic Journal* 27, 133–8.
 140. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg M (2015) Cone beam computed tomography in Endodontics– a review. *International Endodontic Journal* 48, 3–15.
 141. Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L, Gotfredsen E, Wenzel A (2015) Factors affecting patient movement and re-exposure in cone beam computed tomography examination. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology* 119, 572–8.
 142. Cianconi I., Lo Piccolo MA (2007) *Radiologia Odontostomatologica*; Edizioni CIC

143. Badino M, Testori T, Castagnola M (1991) Interpretazioni radiografiche di lesioni ossee eseguite sperimentalmente su mandibola umana. *G It Endo*; vol. 3: 79-85.
144. Forsberg J (1987) A comparison of the paralleling and the bisecting-angle radiographic techniques in endodontics. *Int Endod J*, 20: 177-182.
145. Benz C, Mouyen F (1991) Evaluation of the new RadioVisioGraphy system image quality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 77: 627-631.
146. Sullivan J, Di Fiore P, Koerber A (1991) RadioVisioGraphy in the detection of periapical lesions. *Journal of Endodontics*; 26: 32-35.
147. Nair MK, Nair UP (2007) Digital and advanced imaging in endodontics: a Review. *J Endod* 33: 1-6.
148. A.L. Frank, D.H. Glick, S.S. Patterson, F.S. Weine. Long-term evaluation of surgically placed amalgam fillings. *J Endod*, 18 (1992), pp. 391-398.
149. R.A. Rubinstein. The anatomy of the surgical operating microscope and operating positions. S. Kim (Ed.), *The Dental Clinics of North America. Microscopes in endodontics*, 41, W.B. Saunders Company, Philadelphia (July 1997), pp. 391-414 N. 3.
150. Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL. Magnification devices for endodontic therapy. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(3):CD005969.
151. M. Del Fabbro, S. Taschieri Endodontic therapy using magnification devices: a systematic review *J Dent*, 38 (4) (2010), pp. 269-275
152. K.M. De Toubes, M.I. Côrtes, M.A. Valadares, L.C. Fonseca, E. Nunes, F.F. Silveira. Comparative analysis of accessory mesial canal identification in mandibular first molars by using four different diagnostic methods. *J Endod*, 38 (4) (2012), pp. 436-441].
153. M. Karapinar-Kazandag, B.R. Basrani, S. Friedman. The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molars. *J Endod*, 36 (8) (2010), pp. 1289-1294.
154. G. Nevaes, R.S. Cunha, M.L. Zuolo, C.E. Bueno. Success rates for removing or bypassing fractured instruments: a prospective clinical study. *J Endod*, 38 (4) (2012), pp. 442-444
155. D. Wu, W. Shi, J. Wu, Y. Wu, W. Liu, Q. Zhu. The clinical treatment of complicated

root canal therapy with the aid of a dental operating microscope. *Int Dent J*, 61 (5) (2011), pp. 261-266

156. J.E. de Mello Junior, R.S. Cunha, C.E. Bueno, M.L. Zuolo. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I – an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 108 (1) (2009), pp. e59-e62
157. F. Siboni, P. Taddei, C. Prati & M. G. Gandolfi. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. Laboratory of Biomaterials and Oral Pathology, Dental School; Unit of Biochemistry; and Endodontic Clinical Section, Dental School, Department of Biomedical and NeuroMotor Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy