



Tutti i diritti sono riservati a EDRA spa

Detersione e sagomatura del sistema dei canali radicolari

Elio Berutti, Arnaldo Castellucci

Secondo un vecchio e famoso assioma in endodonzia è più importante ciò che si toglie di ciò che si mette all'interno del canale.¹

Senza togliere importanza alla fase dell'otturazione, è comunque vero che la fase di preparazione o svuotamento del canale è senz'altro la più importante, la più complessa e la più delicata. Resta difficile, infatti, pensare come si possa avere una completa otturazione in un canale che non sia stato sufficientemente deterso e disinfettato, mentre d'altra parte dei piccoli difetti di riempimento in un canale completamente ripulito dai detriti pulpari e disinfettato possono essere biologicamente tollerati, così come sono concause di infiammazione periapicale in un canale rimasto infetto.¹ Pertanto alla preparazione del canale va dedicato il massimo della nostra attenzione e anche del nostro tempo in quanto, se ben eseguita, ci faciliterà la fase successiva dell'otturazione.

Schilder giustamente afferma che anche l'odontoiatra che non conosce ancora la sua tecnica di otturazione può facilmente otturare un canale con guttaperca calda, se questo canale è stato deterso e sagomato *lege artis*.² D'altra parte, una preparazione canalare frettolosa e priva di rispetto dell'anatomia endodontica renderà vani i

tentativi di ottenere un'otturazione perfetta di tutto il sistema dei canali radicolari.

La preparazione canalare nel corso degli anni è stata descritta con vari nomi, tra cui "allargamento", "preparazione meccanica", "strumentazione". Questi termini non sono esatti, perché i canali non devono essere semplicemente "allargati" o "strumentati", né tanto meno lo scopo ultimo della "preparazione" è quello di riprodurre nel canale la forma dello strumento che stiamo usando. La moderna endodonzia, sottolineando i problemi biologici e anatomici connessi, parla più giustamente di *detersione e sagomatura*.³ Questi termini sono stati introdotti da Schilder nel vocabolario endodontico nel 1974 e da allora sono universalmente usati per indicare lo scopo principale della preparazione canalare.

Quando infatti prepariamo un sistema di canali radicolari in realtà lo detergiamo da tutti i detriti organici, inorganici e da tutti i microrganismi e lo sagomiamo, gli diamo cioè una forma che faciliti l'esecuzione di un'otturazione tridimensionale permanente.

I due procedimenti, detersione e sagomatura, sono intimamente correlati tra loro sia da un punto di vista concettuale sia meccanico-temporale: mentre si esegue bene

la prima, automaticamente risulterà correttamente eseguita anche l'altra: *la sagomatura facilita la detersione*.

Mentre ci preoccupiamo di non lasciare nel sistema dei canali radicolari nessuna traccia di materiale organico o inorganico che potrebbe alimentare la crescita batterica o dar luogo a prodotti di decomposizione tissutale e mentre cerchiamo di rimuovere o di distruggere i microrganismi eventualmente presenti, contemporaneamente disegniamo e prepariamo all'interno di ciascun canale radicolare una cavità adatta a permettere la più semplice ed efficace otturazione tridimensionale:¹ *la sagomatura facilita l'otturazione*. Se il canale radicolare è sagomato bene, ogni dentista è in grado di otturare i canali radicolari nelle loro tre dimensioni.^{4,5}

È importante comunque ricordare che le lime producono la sagomatura, ma è altresì essenziale capire che le soluzioni irriganti sono i veri responsabili della detersione del sistema dei canali radicolari.⁶

Dal momento quindi che la sagomatura facilita la detersione e che la completa detersione si raggiunge dopo aver ottenuto una completa sagomatura (questa infatti permette una penetrazione sempre più apicale delle soluzioni irriganti e una digestione sempre più profonda e completa del materiale organico ivi esistente), oggi si ritiene più corretto parlare di sagomatura prima e di detersione poi. Alla luce poi dei risultati ottenibili con i nuovi strumenti in nichel titanio, tenuto presente che in canali di media difficoltà la sagomatura ideale può essere ottenuta talvolta anche in pochi minuti, mentre la detersione richiede molto più tempo, è più giusto oggi parlare di sagomatura e detersione, in quanto in ordine cronologico viene effettuata prima l'una e poi viene ottenuta l'altra, se si segue il giusto protocollo. Ciononostante, per motivi di praticità, nella nostra descrizione conserveremo il vecchio ordine, per cui qui di seguito verrà descritta prima la detersione e poi la sagomatura.

Un problema molto dibattuto in endodonzia è se sia possibile detergere completamente il sistema dei canali radicolari. Alcuni pensano che sia impossibile e per avvicinarsi al risultato ideale affermano che è necessario allargare il canale con strumenti di grosso calibro, convinti che una migliore detersione sia ottenibile solo con una maggiore strumentazione. Molti dentisti, al contrario, ritengono giustamente che si possa detergere il sistema

canalare in tutti gli aspetti della sua complessa anatomia.⁷ Ciò ovviamente non con l'utilizzo dei soli strumenti, che potranno prendersi cura solo dell'endodonto sondabile, ma anche e soprattutto con l'uso delle soluzioni irriganti, che grazie alle loro caratteristiche, come verrà dettagliatamente discusso di seguito, si prendono cura dell'endodonto insondabile: istmi, riassorbimenti, canali laterali, bifidità ecc. Un concetto infatti deve essere ben chiaro: come già detto in precedenza, *gli strumenti sagomano e gli irriganti detergono* e ciò è abbondantemente dimostrato dalla letteratura.^{7,8-15}

La domanda a questo punto diventa la seguente: come si fa a sapere quando un canale radicolare è completamente deterso? La risposta è: quando il forame apicale è stato allargato almeno alla misura minima di 0,25 ed è stata sviluppata la conicità di .05-.06.¹⁶⁻²⁰ Numerosi studi hanno infatti dimostrato che non c'è alcun bisogno di sviluppare una conicità maggiore^{17,18} o di allargare ulteriormente il canale radicolare.²¹⁻²³ È infatti universalmente accettato che restando "minimamente invasivi" riusciamo a ottenere gli stessi risultati conservando, al tempo stesso, molta struttura dentale.

Detersione

Scopo della detersione è quello di rimuovere dall'interno del sistema dei canali radicolari tutto il materiale intracanalare, sia esso di origine pulpare, vitale o necrotico, o costituito da microrganismi.

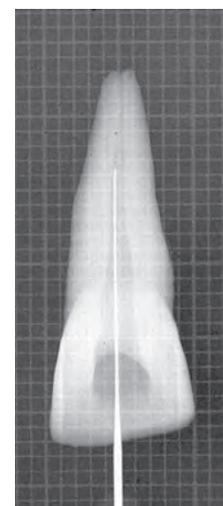
Rimozione del tessuto pulpare vitale

Nei canali sufficientemente ampi e diritti è consigliato l'uso dei tiranervi per la rimozione in blocco del tessuto pulpare.

Il tiranervi è uno strumento ricavato da un filo metallico leggermente conico e a sezione rotonda sul quale vengono incise e sollevate delle tacche in modo da ricavare un "arpione multiplo" (📷 16.1). È uno strumento molto delicato che va facilmente incontro a frattura, che non è stato disegnato per lavorare sulle pareti canalari né tanto meno per impegnarsi in esse, ma solo per arpionare, agganciare e avvolgere su sé stesso il filamento pulpare e per estrarlo dal canale.



16.1 Tiranervi.



16.2 Il tiranervi deve essere introdotto per circa due terzi della lunghezza del canale, senza toccare le pareti dentali.

Pertanto lo strumento, per essere usato in maniera corretta e sicura, non deve mai toccare le pareti canalari. Non può quindi essere usato indistintamente in tutti i casi e deve essere scelto della misura appropriata: abbastanza largo in maniera che con i suoi arpioni possa afferrare la polpa, ma non troppo largo da toccare le pareti canalari.

Una volta che ha agganciato e avvolto il filamento pulpare per due terzi della sua lunghezza, il terzo apicale della polpa verrà di solito facilmente dislocato e sezionato senza dover introdurre lo strumento fino al forame (16.2).

Da quanto detto finora, possiamo trarre tre conclusioni:

- il tiranervi non deve essere mai usato in canali stretti o calcificati;
- non deve mai essere introdotto in canali curvi o in porzioni curve di canali dritti;
- è inutile, oltre che pericoloso, introdurlo fino al forame.

Può essere quindi tranquillamente usato negli incisivi centrali superiori, nei canini sicuramente monocalari, nei secondi premolari superiori anch'essi con un solo canale, nelle radici palatine dei molari superiori e nelle distali dei molari inferiori, sempre introducendolo per 2/3 della sua lunghezza.

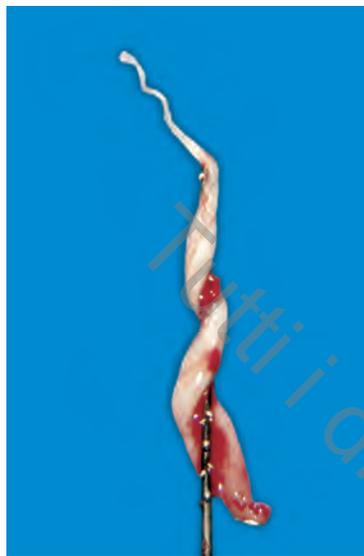
Se esiste il sospetto o la certezza che una radice abbia due canali, il tiranervi non va usato, come per esempio negli incisivi inferiori, nei canini con due canali, nei pri-



16.3 La presenza di due canali sottili in questo canino inferiore vitale di paziente anziano ha reso vano l'uso del tiranervi da parte del precedente operatore il quale, senza riuscire ad asportare il tessuto pulpare, ha solo provocato una notevole emorragia, il cui mancato controllo ha causato un'evidente decolorazione nell'arco di solo ventiquattro ore.

mi premolari superiori e inferiori, nei secondi premolari superiori con due canali, nelle mesiali dei molari inferiori e nelle vestibolari dei molari superiori.

La corretta tecnica di uso del tiranervi (ovviamente sotto diga) prevede la preparazione di un'adeguata cavità d'accesso e la sua irrigazione con ipoclorito di sodio. La mancata irrigazione e il mancato controllo dell'eventuale sanguinamento possono provocare nell'arco di poche ore lo scolorimento del dente (16.3). Il tiranervi deve essere introdotto per circa 2/3 della lunghezza del canale, quindi ruotato di almeno 180° e poi rimosso (16.4).



16.4 Il tiranervi, introdotto per due terzi della lunghezza del canale e ruotato di 720°, ha agganciato il filamento pulpare che è stato sezionato circa a livello del suo ingresso nel canale radicolare.

Oggi, la rimozione del tessuto pulpare vitale è enormemente facilitata dall'utilizzo degli strumenti rotanti in nichel titanio, come i PathFile™ o il ProGlider™ (Dentsply Sirona, USA) (16.5).²⁴ È praticamente esperienza giornaliera che quando si trattano casi con polpa vitale, l'intero filamento pulpare viene rimosso dal primo o dal secondo strumento rotante.

Rimozione del tessuto pulpare necrotico e dei microrganismi

Il tessuto pulpare necrotico, o in via di avanzata degenerazione, non può essere rimosso col tiranervi e questo concetto, ovviamente, è ancora più valido per i microrganismi. La rimozione di tale materiale viene ottenuta con l'uso delle soluzioni irriganti e con l'azione meccanica degli strumenti canalari.

Soluzioni irriganti

Come è già stato accennato a proposito delle cavità d'accesso e del pretrattamento, gli strumenti canalari non devono lavorare mai in canali asciutti, ma sempre completamente immersi nelle soluzioni irriganti che riempiono interamente il canale e la camera pulpare.

Nel corso degli anni sono state provate molte sostanze: l'acido solforico,²⁵ una miscelanza di sodio e potassio,²⁶ il biossido di sodio,²⁷ il metilato di sodio,²⁸ la papaina,²⁹ una soluzione di ipoclorito di sodio e di cloruro

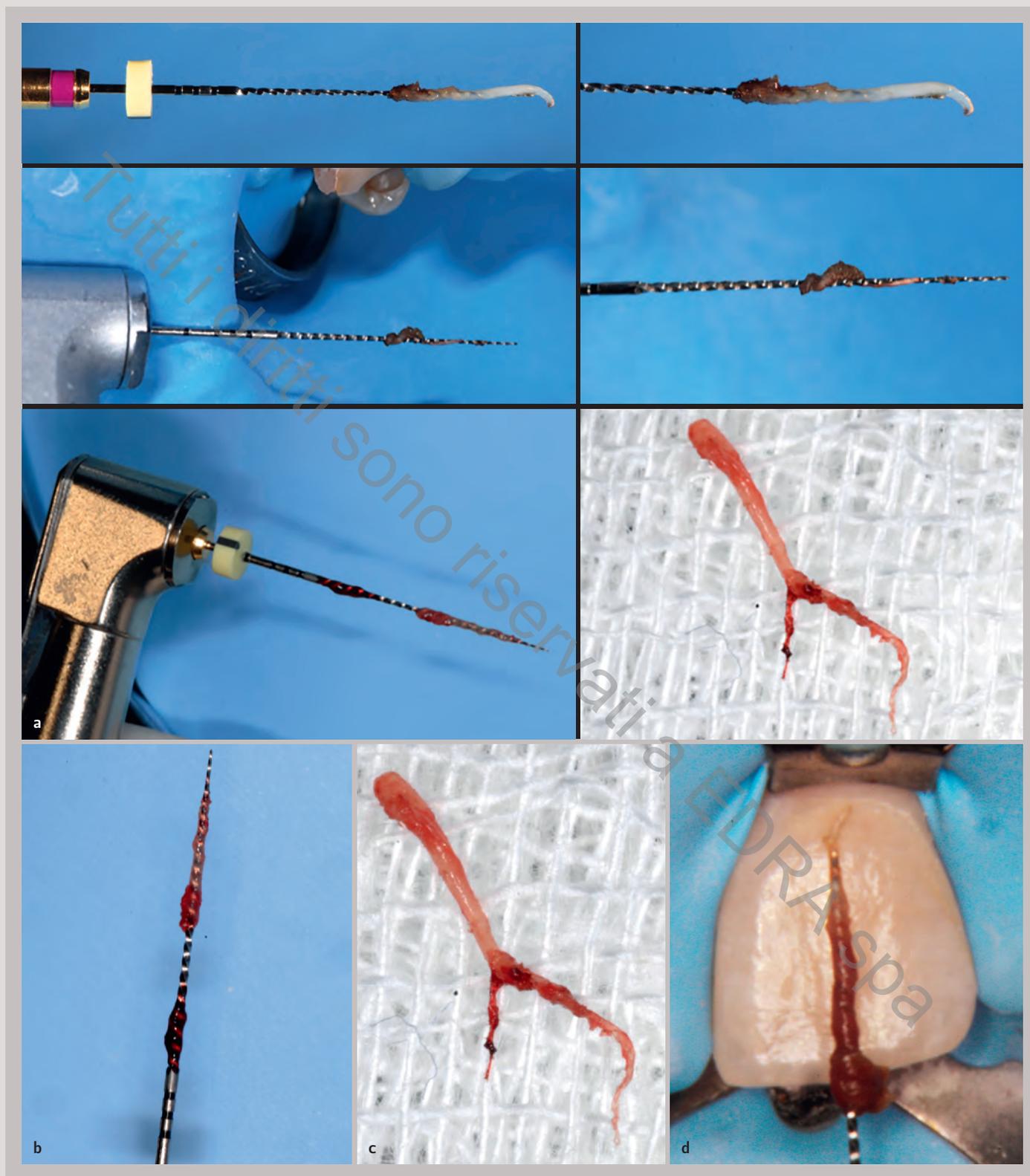
di sodio,^{30,31} l'acido cloridrico, l'idrossido di sodio, l'idrossido di potassio, l'acido citrico,³² il perossido di urea (Gly-Oxide®),^{32,33} il diacetato dell'aminoquinaldino (Salvizol™),³⁴ il lauril solfato di sodio,³⁵ la dodecildiaminoetilglicina (TEGO®),³⁶ l'acido etilendiaminotetraacetico (EDTA),^{26,37,38} una combinazione di perossido di urea ed EDTA (RC Prep®),³⁹ il gluconato di clorexidina,^{40,41} soluzioni di digluconato di clorexidina, dodecildiaminoetilglicina e fluoruro di sodio (Tubulicid rosso) e soluzioni di digluconato di clorexidina e dodecildiaminoetilglicina (Tubulicid blu),⁴²⁻⁴⁴ soluzioni di acido ortofosforico, acido citrico e un tensioattivo cationico (Canal-Clean).⁴⁵

Le soluzioni irriganti in endodonzia devono rispondere a precisi requisiti:

- devono avere la proprietà di digerire le sostanze proteiche e quindi di sciogliere i tessuti necrotici;
- devono avere una bassa tensione superficiale, per raggiungere il delta apicale e tutte le zone non raggiungibili dagli strumenti;
- devono avere proprietà germicide e antibatteriche;
- devono essere non tossiche e non irritanti per i tessuti periapicali;
- devono mantenere sospesi i residui dentinali;
- devono fornire una lubrificazione agli strumenti canalari;
- devono prevenire il discolorimento del dente e anzi eventualmente schiarirlo;
- devono essere relativamente innocue per il paziente e per l'operatore;
- devono essere facilmente reperibili e poco costose.

La soluzione irrigante oggi universalmente più usata e che risponde più delle altre a tutti i requisiti sopra citati è l'ipoclorito di sodio (NaClO) (16.1).

Dakin⁴⁶ nel 1915 riportava l'uso dell'ipoclorito di sodio allo 0,5% per l'irrigazione delle ferite riportate dai soldati della prima Guerra Mondiale. Taylor⁴⁷ e Austin⁴⁸ saggiarono l'azione solvente della soluzione di Dakin *in vitro* e *in vivo* nei tessuti non vitali. Walker³⁰ nel 1936 trovò che la soluzione di ipoclorito al 3% e cloruro di sodio era un buon solvente delle sostanze organiche e per primo ne raccomandò empiricamente l'uso come irrigante canalare. Grossman e Meiman⁴⁹ nel 1941 dimostrarono *in vitro*



16.5 a) Vari esempi di completa rimozione del tessuto pulpare in corso di utilizzo degli strumenti rotanti in NiTi PathFile™ nell'iniziale fase di allargamento preliminare del sentiero di percorribilità (glide path). **b)** Il tessuto pulpare vitale di un primo premolare inferiore è rimasto avvolto attorno alle lame del PathFile™ # 2. **c)** Una volta rimosso dalle lame dello strumento, il tessuto pulpare appare essere stato rimosso completamente anche dall'esistente canale laterale. **d)** Il tessuto pulpare emorragico di questo incisivo centrale è rimasto avvolto alle lame del ProGlider™.



16.1 Panoramica delle caratteristiche degli irriganti liquidi spesso raccomandati per uso endodontico

Composto (concentrazione raccomandata)	Tipo	Azione sul biofilm endodontico	Capacità di scioglimento del tessuto	Inattivazione dell'endotossina	Azione sbiancante	Potenziali caustici	Potenziali allergizzanti
Perossido di idrogeno (3-30%)	Perossido	+	-	-	-	DOC	-
Ipoclorito di sodio (1%-5,25%)	Agente di rilascio di poliprotalogeni	++	+++	+	++ su composti organici	DOC	+
Iodio potassio ioduro (2%-5%)	Agente di rilascio di poliprotalogeni	++	-	NIA	-	-	++
Clorexidina (0,2%-2%)	Bisguanide	++	-	+	-	DOC	+
Acetato di dequalinio (0,5%)	Composto di ammonio quaternario	NIA	-	NIA	+	-	++
Acido etilendiamminotetraacetico (10%-17%)	Acido poliprotico	+	-	-	++ su composti organici	-	-
Acido citrico (10%-50%)	Acido organico	-	-	-	++ su composti inorganici	-	-

NIA = nessuna informazione disponibile

DOC = Depending On Concentration

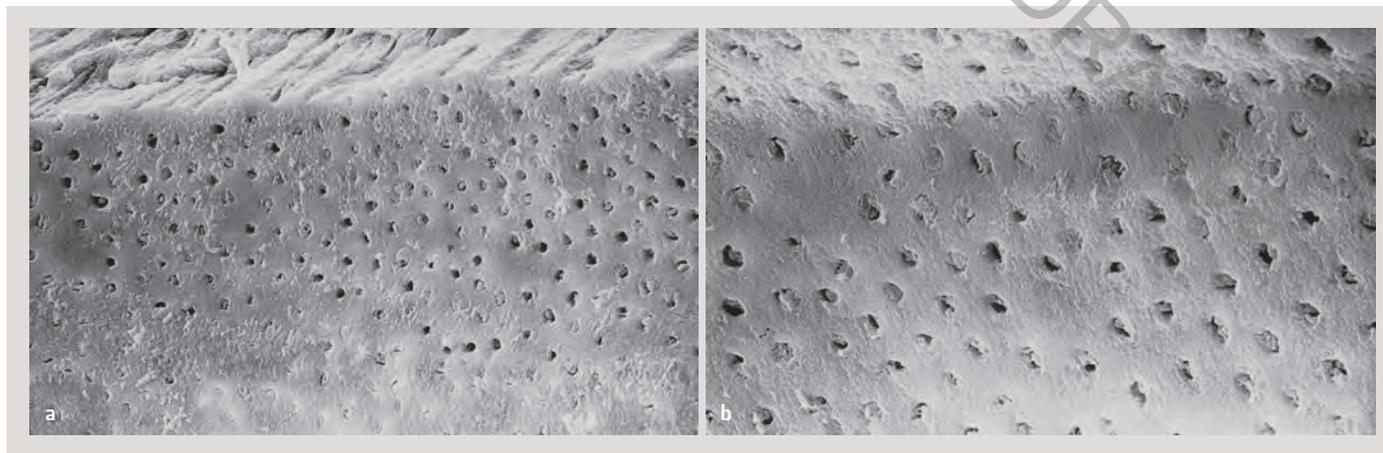
l'azione solvente di tale soluzione su polpe appena estratte. Nello stesso anno, Grossman raccomandò l'irrigazione alternando NaClO e acqua ossigenata al 3%.⁵⁰ Infine, Lewis⁵¹ nel 1954 introdusse l'uso del Clorox® (candeggina commerciale al 5,25%) come fonte dell'ipoclorito di sodio in endodonzia.

AZIONE DIGESTIVA

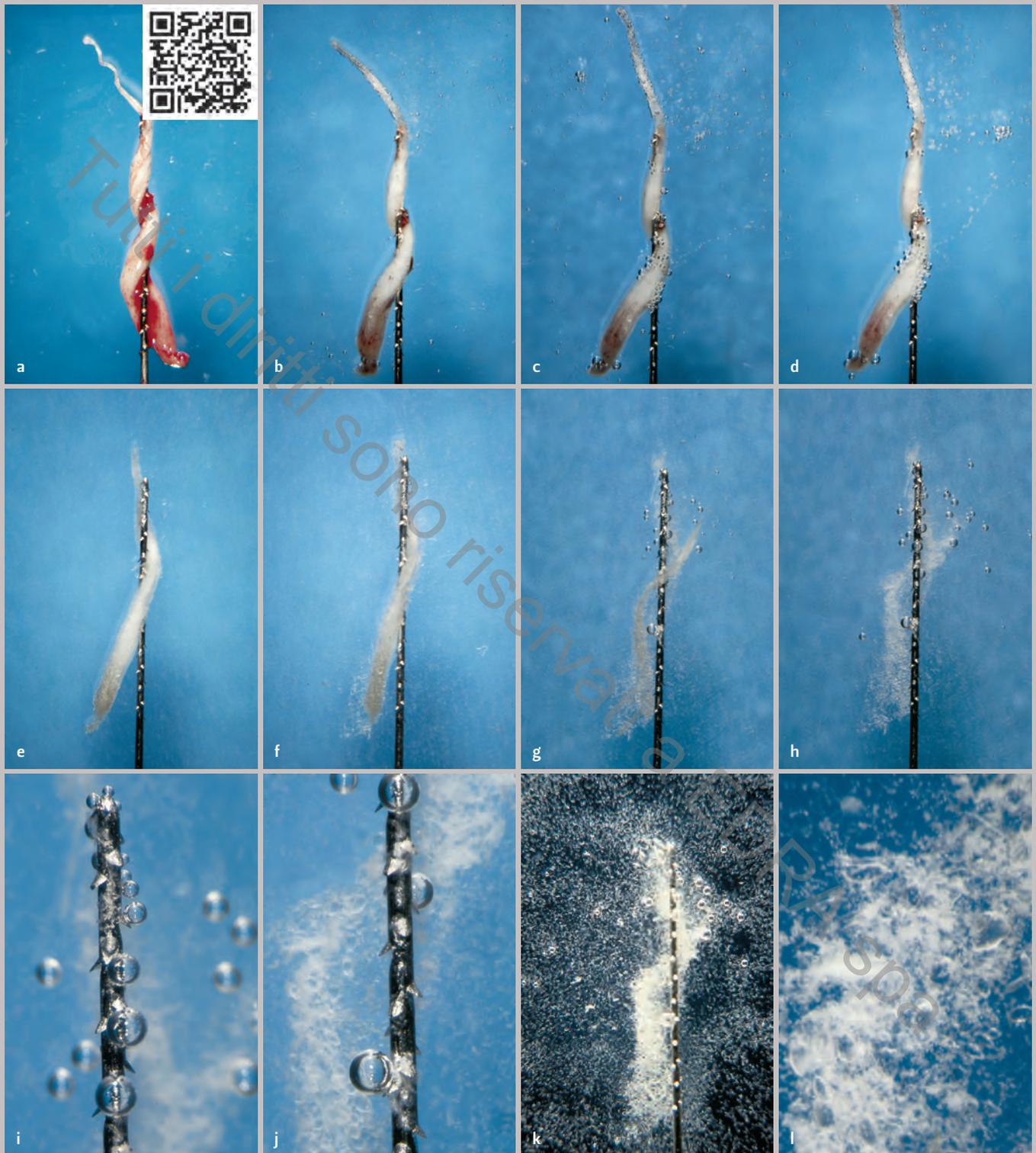
La proprietà dell'ipoclorito di sodio di sciogliere le sostanze organiche e quindi di digerire i frammenti e i re-

sidui di polpa (📺 16.6) è ben nota e facilmente documentabile. Basta mettere un tiranervi con attorno la polpa appena estratta in una bacinella di vetro contenente ipoclorito di sodio per assistere alla vera e propria digestione del tessuto pulpale nell'arco di pochi minuti: il filamento di polpa si stacca dal tiranervi e si trasforma in una sospensione di corpuscoli (📺 16.7).

L'ipoclorito svolge la sua azione solvente sui tessuti necrotici e sui frammenti di tessuto che hanno perso il loro apporto sanguigno, mentre è inerte nei confronti dei



📺 16.6 Premolare inferiore deterso e sagomato, osservato al microscopio elettronico a scansione (SEM). Come soluzione irrigante è stata usata la soluzione fisiologica. **a)** La superficie del canale appare liscia e priva di residui organici, che sono stati asportati dall'azione meccanica degli strumenti. Mancando però l'azione digestiva dell'ipoclorito, sono ancora presenti e visibili all'interno dei tubuli dentinali i resti di prolungamenti odontoblastici (1000×). **b)** A più forte ingrandimento, il materiale organico all'interno dei tubuli dentinali è ancora più apprezzabile (2000×).



16.7 Il filamento pulpare appena estratto è stato immerso in una capsula di Petri contenente ipoclorito di sodio al 5%, a 50 °C, ed è stato fotografato a intervalli di 1-2 minuti. **a-h**) Il materiale organico viene digerito davanti ai nostri occhi e si deposita sul fondo della capsula sotto forma di corpuscoli. **i**) Particolare della punta del tiranervi. **j**) Particolare del corpo del tiranervi: la polpa non è più avvolta intorno allo strumento ma si è depositata sul fondo. **k**) L'illuminazione laterale dà una visione migliore dei residui pulpari in sospensione. **l**) Particolare dei residui pulpari fotografati sul fondo della capsula.

tessuti vitali, irrorati: infatti, in era pre-antibiotica, i lavaggi delle ferite con la “soluzione di Dakin” hanno salvato molte vite umane che altrimenti sarebbero andate incontro a infezioni gangrenose.

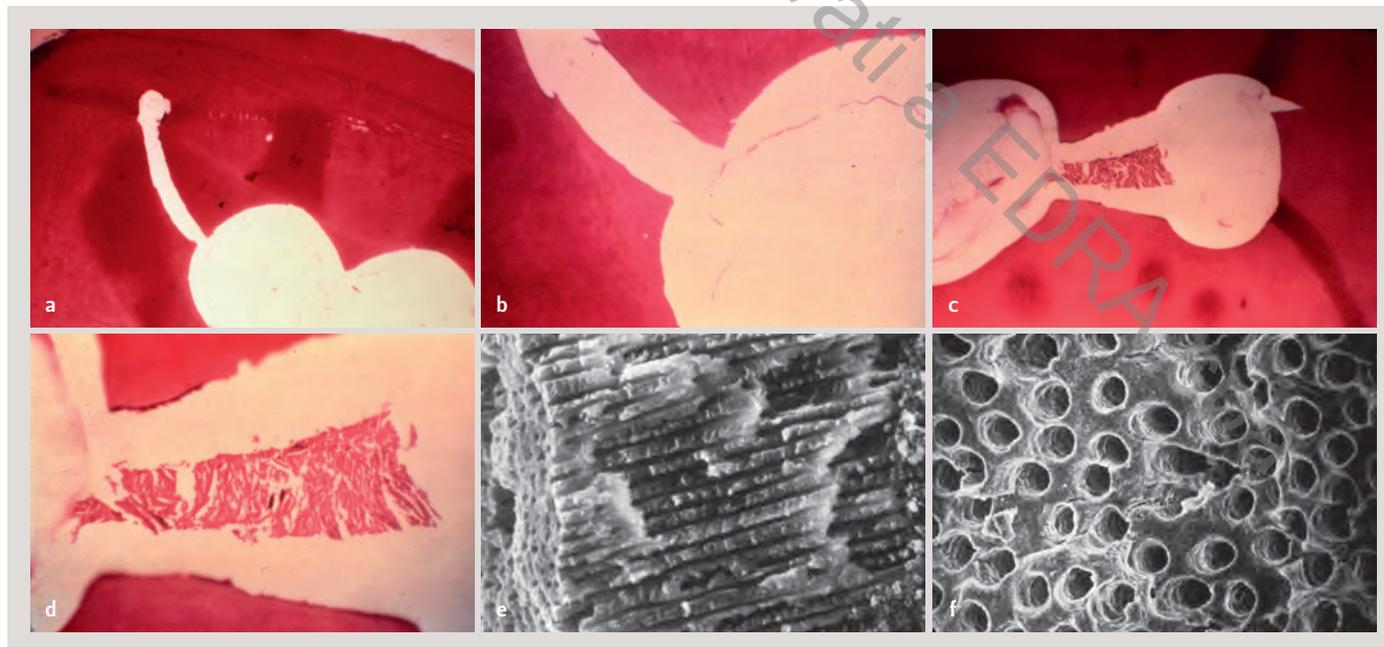
In letteratura è molto discussa l’azione digestiva dell’ipoclorito di sodio sul tessuto pulpare vitale e sano. Grey⁵² ne ha dimostrato l’azione digestiva nei canali laterali di denti necrotici (📷 16.8), mentre il tessuto contenuto nei canali laterali di denti vitali appariva pressoché intatto, non digerito.

McComb e Smith,³⁷ usando la microscopia a scansione, sono arrivati alla stessa conclusione. Bashford⁵³ aveva a suo tempo ipotizzato che “l’azione locale dell’ipoclorito sul tessuto vitale è tenuta sotto controllo per un certo periodo di tempo dall’efficiente circolazione sanguigna, la quale provvede fluido contenente proteine, nonché rimuove e neutralizza gli ipocloriti”.

I risultati della ricerca di Grey sembrano dunque confermare l’opinione di molti autori precedenti, come McComb et al.⁵⁴ secondo i quali l’ipoclorito di sodio ha solo scarso o nessun effetto sui tessuti vitali quando usato

in situazioni cliniche controllate. L’esame dei canali accessori contenenti polpa giudicata vitale suggerisce che una qualche digestione del tessuto avviene, specialmente nella porzione di canale accessorio adiacente al canale principale, ma questo sembra dovuto all’azione digestiva dell’ipoclorito sulla porzione di tessuto che è andata incontro a deterioramento nell’intervallo di tempo tra i due appuntamenti. La scarsa azione dell’ipoclorito di sodio sui tessuti ancora irrorati sembra anche confermata dall’impressione clinica che sia più facile, durante la fase dell’otturazione con guttaperca calda, ottenere il riempimento dei canali laterali dei denti necrotici il cui contenuto è stato digerito, piuttosto che dei denti vitali, che ancora contengono il moncone pulpare vitale. Inoltre usando una soluzione irrigante radiopaca, questa è stata identificata solo in canali accessori di radici con polpe necrotiche.⁵⁵

Nuovi studi apparsi successivamente in letteratura sembrano però non confermare le conclusioni di Grey, in quanto attribuiscono un’azione solvente all’ipoclorito anche nei riguardi dei tessuti vitali irrorati. Rosenfeld et al.⁵⁶ infatti, misurando il livello del tessuto pulpare in



📷 16.8 a, b) Sezioni di un premolare superiore deterso e sagomato usando ipoclorito di sodio al 2,5% come irrigante. Il canale principale e un importante canale laterale sono stati completamente detersi, dimostrando l’efficacia dell’ipoclorito di sodio usato come soluzione irrigante (ematossilina-eosina). c, d) Sezioni di un premolare superiore deterso e sagomato usando la soluzione fisiologica come irrigante. Una notevole quantità di residui tissutali non digeriti è rimasta nell’istmo esistente tra i due canali principali (ematossilina-eosina).⁵³ e, f) Sezioni al microscopio elettronico a scansione di tubuli dentinali esposti dopo preparazione canalare eseguita usando come unica soluzione irrigante ipoclorito di sodio al 2,5% .¹⁶

denti con polpa vitale non strumentati e trattati con ipoclorito, hanno dimostrato che l'ipoclorito al 5,25% ha una forte azione solvente sul tessuto vitale. Nella regione apicale tale azione era risultata più limitata e questo era dovuto a svariati fattori, primo tra tutti l'accumulo di limatura dentinale, poi la ristrettezza del lume canale e infine la natura fibrosa del tessuto apicale stesso. Pertanto, secondo gli autori, ciò che clinicamente limita l'azione di questo popolare irrigante è solo la sua incapacità a penetrare in zone ristrette. Pertanto, la conclusione che possiamo estrapolare da questo importante articolo è che se il canale è sufficientemente allargato (e quindi contiene una sufficiente quantità di ipoclorito, spesso rinnovata) e all'irrigante viene dato sufficiente tempo, esso può esplicare la sua azione digestiva anche sul tessuto pulpare vitale, contenuto per esempio nei canali laterali.

D'altra parte, un altro recente studio condotto da Klinghofer¹³ *in vivo* utilizzando una soluzione irrigante radiopaca (Hypaque™), ha confermato la capacità dell'ipoclorito di penetrare all'interno di canali laterali così come di bifidità. Scarfe et al.,⁵⁷ in accordo con quanto già descritto da Klinghofer, utilizzando un mezzo di contrasto idrosolubile durante la preparazione canalare e interponendolo ai lavaggi con ipoclorito, hanno dimostrato che a mano a mano che l'ipoclorito scioglie il materiale organico, la soluzione radiopaca penetra progressivamente più in profondità, entrando in tutti gli aspetti dell'anatomia endodontica. Le radiografie intraoperatorie mostrano chiaramente che il mezzo radiopaco e quindi le soluzioni irriganti possono circolare in maniera dinamica in tutti gli spazi precedentemente occupati dal tessuto pulpare.¹⁴

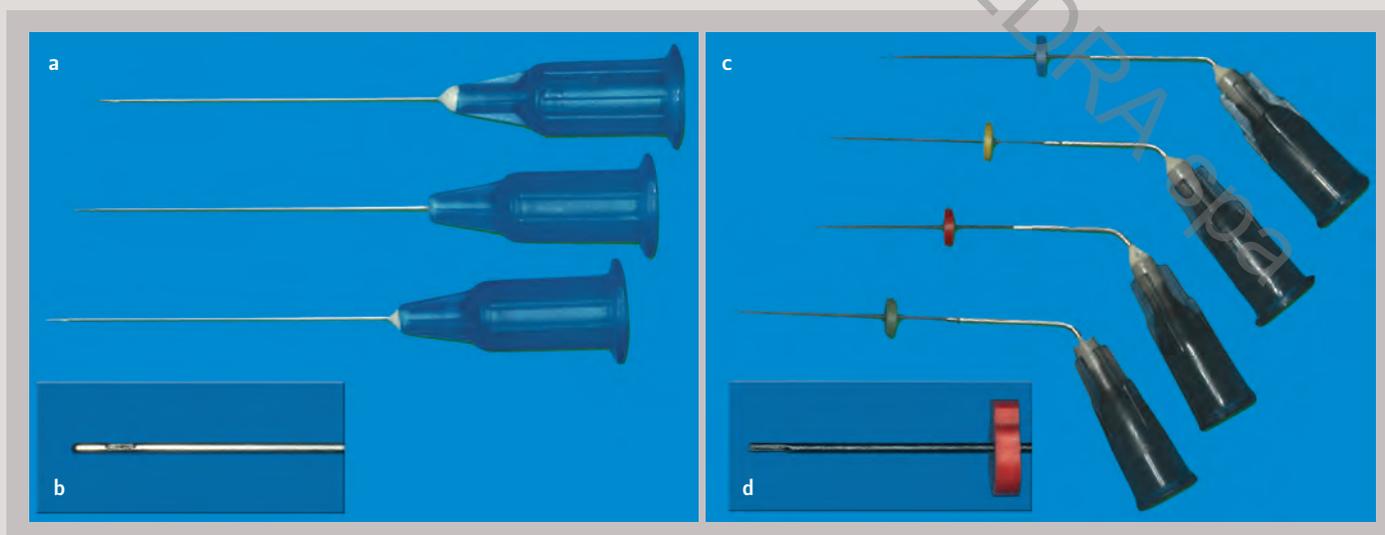
Dal punto di vista istologico, gli studi di Grey² hanno dimostrato che l'ipoclorito al 5,25% scioglie il materiale organico e deterge perfettamente sia i canali ampi che le più piccole ramificazioni. Questi risultati sono stati confermati da un successivo studio al SEM condotto da Daughenbaugh¹¹ *in vivo* su denti poi estratti per motivi parodontali e protesici: l'ipoclorito al 5,25% era in grado di penetrare, sciogliere e rimuovere tutto il materiale organico anche dalle porzioni più inaccessibili del sistema dei canali radicolari, dove gli strumenti non erano potuti arrivare.

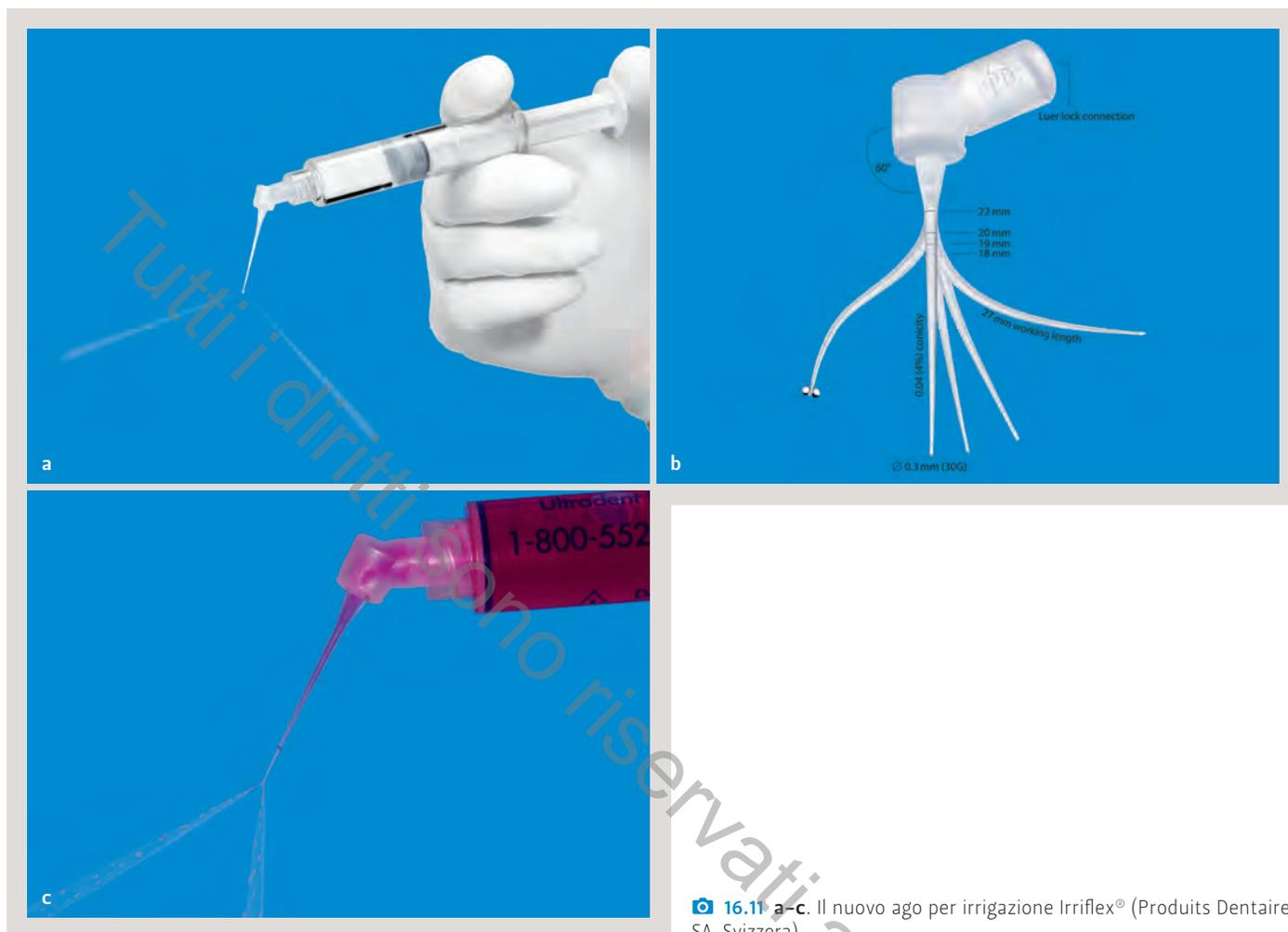
Tale azione inoltre, come tutte le reazioni chimiche, è accelerata e potenziata dall'aumento di temperatura.

Numerosi articoli hanno infatti dimostrato che il riscaldamento dell'ipoclorito a circa 60 °C (140 °F) aumenta significativamente la velocità e l'efficacia della sua azione solvente.^{9,38,58,59} Dal punto di vista clinico, il riscaldamento a 60 °C può essere ottenuto appoggiando un bicchiere pieno d'acqua su una piccola piastra termostatica. Le siringhe precedentemente riempite di soluzione irrigante vengono mantenute a "bagnomaria" e sono così pronte per l'uso (📺 16.9a). Recentemente sono divenuti disponibili nuovi strumenti appositamente studiati per riscaldare la soluzione irrigante o le siringhe già piene di ipoclorito (📺 16.9b) (Vista Dental Products, USA). Esiste inoltre un'ampia gamma di aghi per irrigazione, di vario calibro e di varie forme, per essere utilizzati con sempre maggiore sicurezza e sempre più in profondità. Alcuni hanno infatti un'apertura laterale mentre l'estremità è chiusa (📺 16.10a), altri in nichel titanio sono estremamente sottili e flessibili (📺 16.10b).

Recentemente sono stati introdotti dei nuovi aghi per irrigazione dal disegno completamente innovativo chiamati Irriflex® (Produits Dentaires SA, Svizzera). Questi aghi offrono il vantaggio di poter essere introdotti molto profondamente anche nei canali molto curvi, senza alcun rischio di estrusione nei tessuti periapicali. Sono montati su comuni siringhe Luer-Lock da 5 ml e presentano due aperture laterali a 0,5 mm dalla loro estremità, che creano uno "stress di taglio" contro le pareti canalari, in grado di eliminare lo *smear layer* e disorganizzare i biofilm batterici (📺 16.11). Gli aghi sono estremamente flessibili, essendo fatti di un morbido polipropilene che può facilmente adattarsi a ogni tipo di anatomia canalare, possono arrivare molto vicino alla lunghezza di lavoro e riescono a irrigare zone finora impossibili da raggiungere. Il disegno di questi aghi prevede due aperture laterali opposte una all'altra in modo da poter esercitare una doppia e potente irrigazione laterale contro le pareti dentinali. Gli aghi inoltre hanno una conicità .04 per adattarsi alla preparazione canalare. Ciò comporta una migliore detersione e una più efficace rimozione di detriti, fango dentinale e biofilm.

L'ipoclorito sembra avere un'azione più lenta nei confronti del tessuto pulpare necrotico fissato dal paraclorofenolo o dalla formaldeide.⁶⁰ Di questo si dovrà tenere conto quando si esegue la detersione di canali pretrattati con medicinali contenenti tali sostanze.



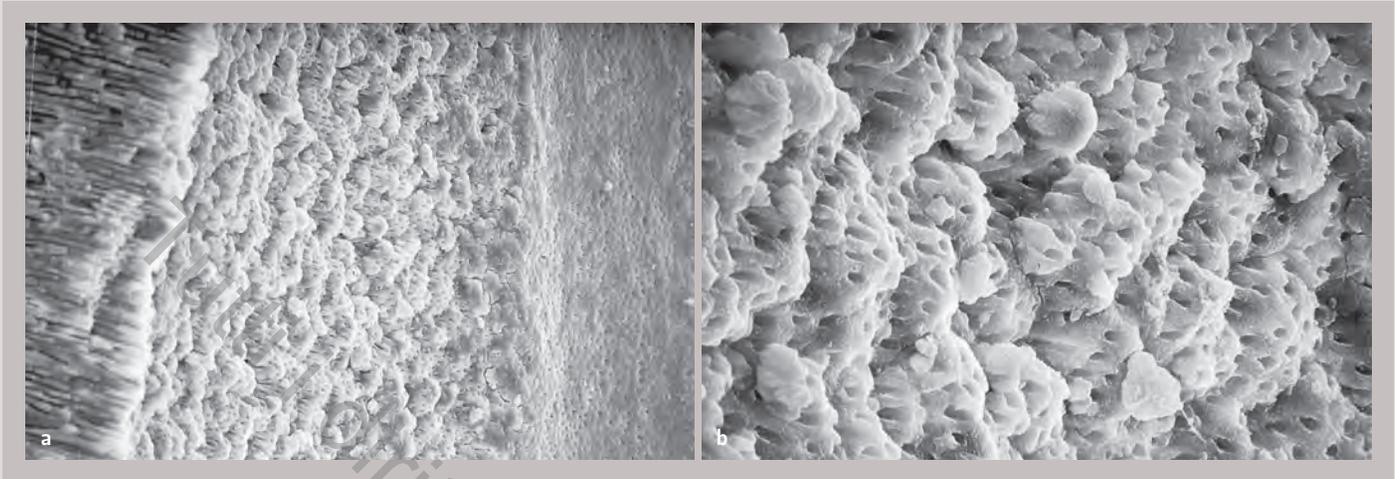


16.11 a-c. Il nuovo ago per irrigazione Irriflex® (Produits Dentaires SA, Svizzera).

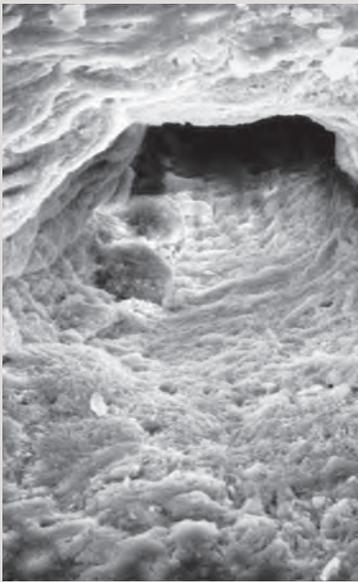
BASSA TENSIONE SUPERFICIALE

Un'altra importante conclusione deriva dai lavori di Grey, Klinghofer, Scarfe, Daughenbaugh, Yana e Machtou, che confermano che l'ipoclorito di sodio possiede una bassa tensione superficiale per cui riesce ad arrivare a detergere zone non raggiungibili dagli strumenti (16.12), canali laterali (16.13), riassorbimenti (16.14), depressioni e anfrattuosità dello spazio endodontico, compreso il delta apicale (16.15). L'ipoclorito esplica la sua azione anche sulla predentina e quindi sul contenuto dei suoi tubuli (16.16).⁵⁶ Il significato clinico di questa azione è evidente se si pensa che la maggior parte dei batteri, nei denti infetti, è limitata alla predentina e alla dentina adiacente.⁶¹ Avendo una bassa tensione superficiale, non è necessario spingerlo con forza nel canale per farlo arrivare in prossimità del forame. L'ipoclorito arriva passiva-

mente in profondità nel canale, aiutato in questo anche dagli strumenti canalari. La sua presenza è stata infatti dimostrata nel canale per tutta la profondità corrispondente alla lunghezza di lavoro degli strumenti.⁵⁵ Quando lo strumento viene introdotto nel canale, esso tende a dislocare la soluzione irrigante. Quando poi lo strumento viene rimosso, l'irrigante scorre nuovamente nella sede precedentemente occupata dallo strumento, e ciò contribuisce a rendere più efficace la nostra irrigazione.⁶ Inoltre, l'uso di sottili lime rotanti in NiTi come i PathFile™ e il ProGlider™ aumentano notevolmente la quantità di irrigante che può in tutta sicurezza raggiungere la lunghezza di lavoro, come verrà descritto in seguito. Alcuni ricercatori⁶² hanno proposto di aggiungere un tensioattivo biocompatibile (polisorbato¹) all'ipoclorito di sodio in maniera da abbassare la sua tensione superficiale e mi-



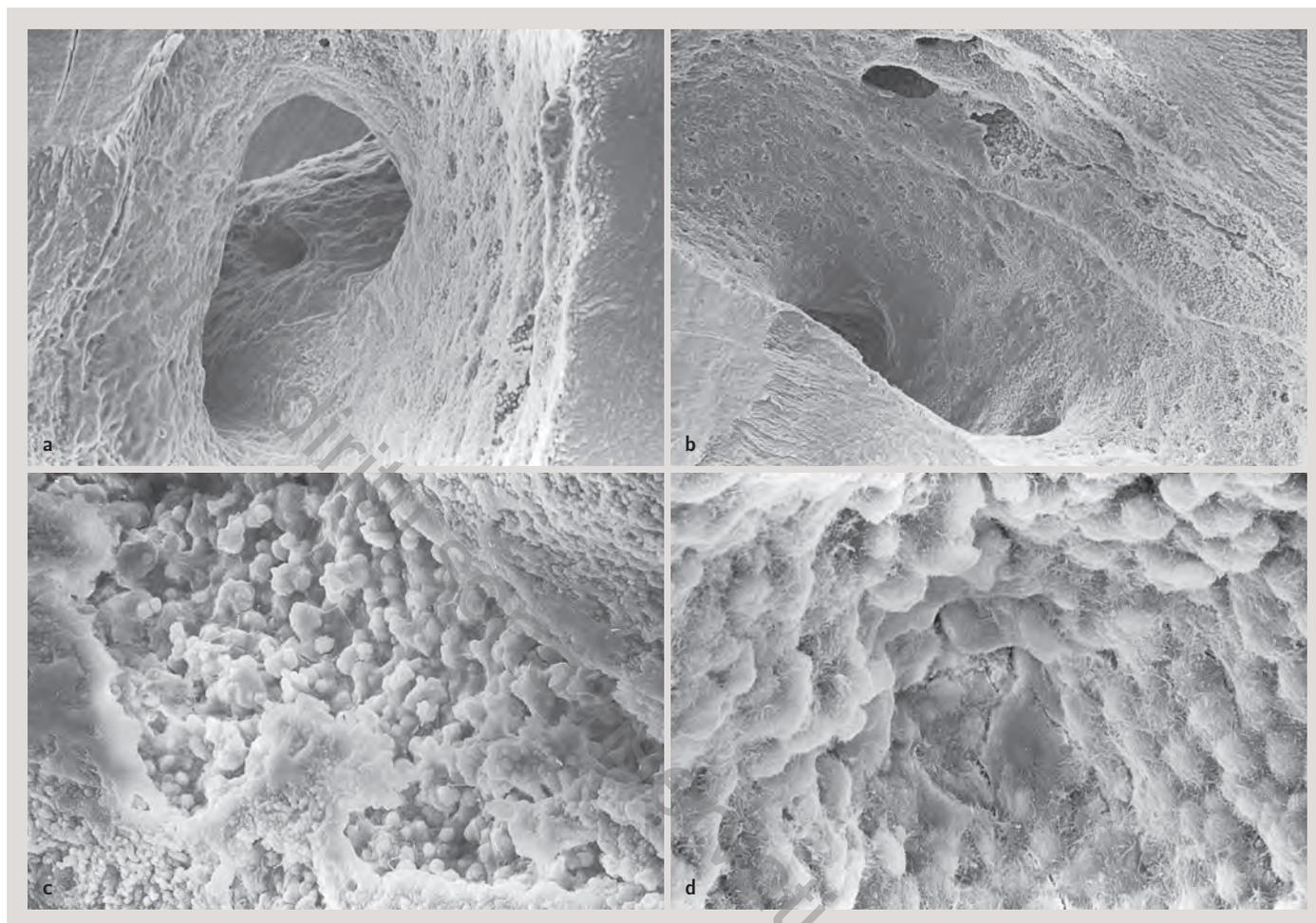
16.12 Radice palatina di primo molare superiore detersa, sagomata, irrigata con ipoclorito di sodio al 5%, asciugata con coni di carta e quindi fratturata longitudinalmente e osservata al microscopio elettronico a scansione (SEM, Scanning Electron Microscope). **a)** A destra è visibile la zona del canale nella quale gli strumenti hanno lavorato. Essa è liscia, priva di residui, con i tubuli dentinali pervi, non intasati. Al centro la parete del canale presenta i calcosferiti della predentina, pertanto in questa zona hanno lavorato solo le soluzioni irriganti e non gli strumenti. A sinistra si riconosce la superficie di spaccatura della radice, con i tubuli dentinali in sezione longitudinale. Terzo coronale (300×). **b)** Particolare della zona al centro della figura precedente. Si apprezzano meglio i calcosferiti, fonte di mineralizzazione della predentina (1000×).



16.13 Canale laterale del terzo apicale della parete distale della radice distale di un primo molare inferiore, fotografato al SEM. Per quanto esplorabile, il canale appare completamente privo di materiale organico (1000×).



16.14 Foto al SEM del canale palatino di un primo molare superiore. La lacuna visibile sulla parete dentinale rappresenta una piccola zona di riassorbimento interno. Per ovvi motivi, gli strumenti non hanno potuto lavorare sulle pareti di tale difetto, che peraltro appare privo di materiale organico, grazie all'azione solvente dell'ipoclorito di sodio.



16.15 **a**) Foto al SEM di un delta apicale. L'ipoclorito di sodio sembra aver digerito il materiale organico (120×). **b**) La stessa zona della figura precedente, osservata con diversa angolazione (72×). **c, d**) Particolari della figura precedente. Le depressioni esistenti nel canale non sono state sagomate dall'azione degli strumenti, ma sono state deterse dall'ipoclorito di sodio (500×, 1000×).

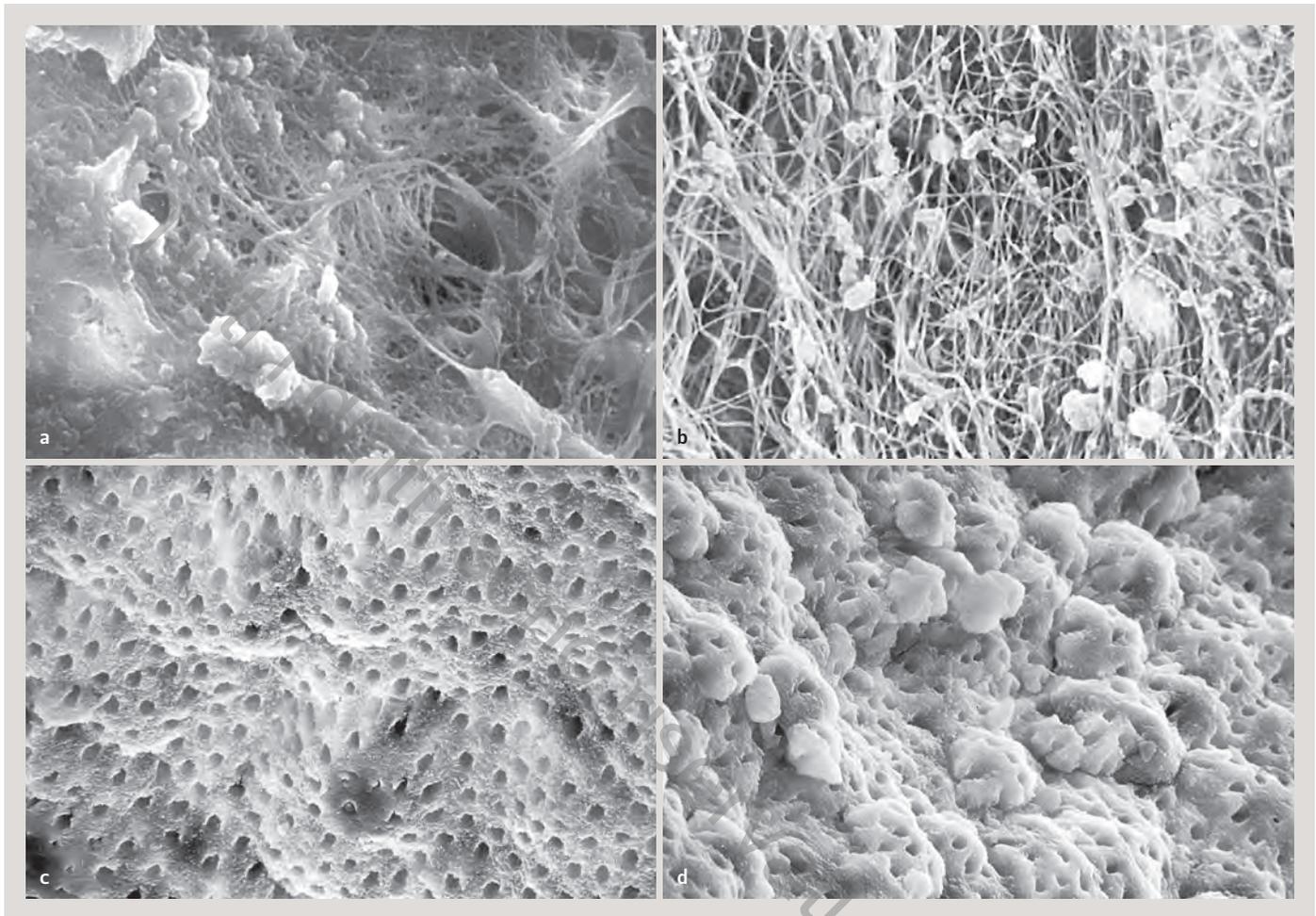
gliorare la sua penetrabilità nel canale principale, nei canali laterali e nei tubuli della dentina e della predentina. L'aggiunta del surfactante abbasserebbe la tensione superficiale del 15-20%.

Altri ricercatori⁶³ suggeriscono di usare l'alcol etilico come agente tensioattivo, per la sua più facile reperibilità. La diluizione al 30% di ipoclorito con alcol si è dimostrata la più efficace, non priva però di altri inconvenienti. La soluzione deve essere fresca, perché non è stabile: dopo 15 minuti l'ipoclorito si combina con l'etanolo, dando luogo a cloroformio. Essendo questo particolarmente irritante per il periapice, la suddetta soluzione diventa pericolosa una volta che il canale è stato sufficientemente allargato, per cui ne restereb-

be l'indicazione solo nelle fasi iniziali del trattamento di canali particolarmente sottili. Secondo il parere degli autori, tuttavia, la bassa tensione superficiale dell'ipoclorito da solo è più che sufficiente a garantire degli ottimi risultati.

PROPRIETÀ GERMICIDE E ANTIBATTERICHE

Le proprietà germicide e antibatteriche dell'ipoclorito di sodio sono note da tempo⁶⁴ e dimostrate da molti ricercatori.⁶⁵⁻⁶⁸ La sua attività si espleta quando venendo a contatto con l'acqua, libera acido ipocloroso e idrossido di sodio. A sua volta l'acido ipocloroso libera acido cloridrico e ossigeno. Il cloro che si libera svolge la sua azione battericida entrando in combinazione con i prin-



16.16 Foto al SEM di incisivo inferiore (a), e di incisivo centrale superiore (b) non trattati endodonticamente. È visibile la trama connettivale della predentina. c) Radice distale di secondo molare inferiore. Terzo coronale: l'aspetto ondulato della parete canalare è la chiara prova che gli strumenti in quel tratto non hanno lavorato. Ciononostante, non è visibile alcuna traccia di materiale organico, grazie all'azione digestiva dell'ipoclorito di sodio (1000×). d) Radice palatina di primo molare superiore. Terzo medio: i calcosferiti, fonte di mineralizzazione della predentina, indicano che anche in questo caso la parete non è stata sagomata. La mancanza di materiale organico, tuttavia, ci informa dell'avvenuta detersione, grazie all'azione digestiva dell'ipoclorito di sodio (1000×).

cipali costituenti protoplasmatici, in particolare con le proteine.⁶⁹ L'ipoclorito di sodio al 5,25% si è dimostrato essere un potente battericida contro germi Gram+ e Gram-, contro microrganismi produttori di spore ed è efficace anche contro i virus. Recenti ricerche condotte *in vitro* hanno anche dimostrato l'effetto germicida dell'ipoclorito di sodio al 5,25% contro alcuni anaerobi obbligati comunemente reperibili in canali radicolari infetti (*Bacteroides melaninogenicus*, *Bacteroides fragilis*, *Clostridium perfringens* e *Pepto-streptococcus anaerobius*).⁷⁰

Zender et al.⁷¹ hanno recentemente dimostrato l'efficacia germicida del NaClO a basse concentrazioni con-

tro *Enterococcus faecalis*, un anaerobio facoltativo Gram+ che mostra un'alta resistenza a un ampio spettro di agenti antimicrobici e che è presente insieme ad altri pochi batteri facoltativi nelle periodontiti apicali croniche.⁷²

L'ipoclorito di sodio è particolarmente indicato anche per la sterilizzazione dei coni di guttaperca,^{73,74} che ovviamente non possono essere sterilizzati a caldo. L'immersione dei coni di guttaperca per circa un minuto in ipoclorito è sufficiente a renderli completamente sterili (neutralizzando anche le spore di *Bacillus subtilis*, particolarmente resistenti) senza peraltro alterarne la struttura chimico-fisica.⁷³

Secondo recenti ricerche, sia la capacità di sciogliere le sostanze proteiche⁵⁸ sia le proprietà germicide⁷⁵ dell'ipoclorito aumentano considerevolmente aumentando la temperatura. D'altra parte, l'effetto antibatterico dell'ipoclorito non è influenzato dalla sua concentrazione: numerosi studi hanno infatti dimostrato le stesse proprietà battericide sia alla percentuale del 5,25% sia allo 0,5%.^{66,76} Ricordiamo infine che l'ipoclorito reagisce col materiale organico presente nel canale radicolare e se ciò da una parte facilita la detersione, dall'altra inattiva l'ipoclorito stesso e riduce le sue proprietà antibatteriche. Questo, pertanto, rappresenta un motivo ulteriore per rinnovare il più frequentemente possibile la soluzione irrigante all'interno del canale radicolare con una soluzione fresca.⁶⁶

Una potente azione battericida appartiene anche alla clorexidina (CHX), che d'altra parte non ha la minima azione solvente sui tessuti. Pertanto, è stato suggerito che la clorexidina non può essere considerata un sostituto dell'ipoclorito, bensì un irrigante supplementare, da usarsi come lavaggio finale dopo la normale e classica irrigazione con NaClO ed EDTA.⁷⁷ Il problema che nasce dall'irrigazione con clorexidina è rappresentato dal fatto che in presenza di NaClO nel canale, produce un precipitato di cloro arancio-bruno.^{78,79} È stato anche dimostrato che mescolare EDTA con clorexidina dà luogo a un precipitato di colore rosa.⁸⁰ Basrani et al.⁸¹ hanno analizzato questo precipitato e hanno dimostrato che contiene una notevole quantità di paracloroaniline (prodotto derivante dalla idrolisi della clorexidina).⁸¹ La paracloroanilina può ulteriormente degradarsi in 1-cloro-4-nitrobenzene.⁸² Anche senza la presenza dell'ipoclorito, la clorexidina può spontaneamente idrolizzarsi in paracloroanilina in presenza di calore e di luce.⁸³ Le paracloroaniline vengono utilizzate industrialmente per pesticidi e coloranti e hanno dimostrato, in animali da esperimento, di essere cancerogene.^{83,84} Anche il loro prodotto di degradazione, 1-cloro-4-nitrobenzene, è cancerogeno.⁸⁵ Il problema sembra anche risiedere nel fatto che questo precipitato possa attaccarsi alla superficie radicolare per poi passare lentamente nei tessuti periapicali. Inoltre, la presenza di questo precipitato sulla superficie radicolare potrebbe influenzare negativamente il sigillo dell'otturazione canalare, soprattutto in presenza di cementi resinosi, nei quali è richiesto uno strato ibrido.⁸⁶ La conclu-

sione dello studio di Bui et al.⁸⁷ è che il precipitato che si forma dal contatto NaClO/CHX tende a occludere i tubuli dentinali e pertanto fino a che questo precipitato non sarà sottoposto a ulteriori ricerche, bisogna essere molto cauti quando si irriga con NaClO e CHX.

TOSSICITÀ

Per quanto riguarda la tossicità dell'ipoclorito nei confronti dei tessuti periapicali è ovvio che il suo uso deve essere limitato all'interno del canale radicolare e ogni precauzione deve essere presa per evitare la sua estrusione oltre il forame apicale:⁸⁸ controllo della lunghezza di lavoro degli strumenti, introduzione delicata dell'irrigante all'interno del canale, uso di aghi sottili e mai impegnati nel lume canalare, controllo visivo della soluzione irrigante che refluisce dalla cavità d'accesso mentre viene introdotta nel canale, sono principi da rispettare sempre oltre naturalmente all'uso della diga, che diamo per scontato. Tale problema sarebbe più sentito nei denti necrotici con lesione piuttosto che nei denti vitali, dove l'adiacente tessuto sano contribuirebbe a confinare le soluzioni all'interno del canale radicolare⁵⁵ e ne impedirebbe l'estrusione.⁸⁹

Il fatto che l'ipoclorito sciolga i tessuti necrotici avendo scarsi effetti sui tessuti vitali adiacenti,¹ la descrizione in letteratura di un caso di iniezione tronculare al nervo alveolare inferiore eseguita inavvertitamente con una tubofiala di ipoclorito di sodio al 5,25% e risoltasi con *restitutio ad integrum* in due settimane,⁹⁰ la riportata scarsa tossicità dell'ipoclorito schizzato inavvertitamente nell'occhio,^{91,92} la completa e relativamente rapida scomparsa dei sintomi dopo che 0,5 ml di ipoclorito di sodio al 5,25% erano stati inavvertitamente spinti oltre l'apice⁹³⁻⁹⁵ sono dati che non devono peraltro far dimenticare la citotossicità della soluzione irrigante la quale, se spinta oltre apice, può essere causa di infiammazione anche molto severa e di danni (parestesie) anche permanenti⁹⁶ date le sue caratteristiche di agente fortemente "ipertonico", caustico, irritante^{56,93,97} la cui azione non è limitata al solo tessuto necrotico. L'ipoclorito di sodio infatti è citotossico nei confronti di tutte le cellule, con l'eccezione degli epitelii molto cheratinizzati,⁹⁸ pertanto il suo uso in endodonzia deve essere fatto con molto giudizio.⁹⁹ Inoltre, la mano che tiene la siringa per l'ir-

rigazione deve essere mantenuta in continuo movimento mentre fa scendere l'ipoclorito all'interno del canale, per evitare che inavvertitamente l'ago si impegni contro le pareti canalari, impedendo il reflusso coronale del liquido. L'iniezione lenta e il continuo movimento della mano elimina il rischio di incidenti da iniezione oltre apice della soluzione.⁶

Tuttavia, gli incidenti descritti fino a qui non hanno niente a che fare con il reale "incidente da ipoclorito", che verrà descritto nel Capitolo 38. Questo infatti non è rappresentato da poche gocce spinte al di là del forame, ma dall'irrigante che entra nel torrente circolatorio con ben più gravi conseguenze (📺 16.17). Il metodo migliore e forse unico per evitare qualsiasi estrusione di ipoclorito al di là del forame è rappresentato dall'utilizzo della "pressione apicale negativa" che verrà descritta in seguito. Infine, sono stati recentemente riportati in letteratura^{100,101} casi, peraltro estremamente rari, di documentata allergia all'ipoclorito di sodio, evenienza che impone l'uso di un irrigante endodontico alternativo, come per esempio l'acetato di bis-dequalinium (Solvidont),¹⁰² un ammonio quaternario con molte proprietà simili o addirittura migliori rispetto all'ipoclorito quali l'effetto battericida,^{103,104} l'azione detergente,^{105,106} la minor tossicità.^{102,107}



📺 16.17 Tipico aspetto del paziente dopo incidente da ipoclorito di sodio.

PREVENZIONE DI INTASAMENTI DEL CANALE

La funzione dell'ipoclorito all'interno del canale non è solo quella chimica già esaminata, in quanto esso svolge un importantissimo ruolo anche dal punto di vista fisico-meccanico. Esso infatti mantiene in sospensione i residui dentinali evitando l'intasamento della porzione apicale del canale. L'azione degli strumenti all'interno del canale provoca infatti la formazione di un'abbondante limatura dentinale che deve essere tenuta sotto controllo dall'operatore attraverso un delicato e continuo rinnovamento della soluzione stessa all'interno della camera pulpare e del canale (📺 16.18). Si deve eseguire un'irrigazione e non un'iniezione all'interno del canale e rinnovare il liquido alla fine del lavoro di ogni strumento.

I lavaggi devono essere eseguiti frequentemente e delicatamente non tanto allo scopo di "spruzzare" le pareti del canale con l'irrigante, quanto per mantenere più diluita possibile la sospensione di detriti dentinali che tendono ad accumularsi principalmente nella zona apicale, rischiando di intasarla.

Quando si usano gli strumenti rotanti o reciprocanti in nichel titanio la maggior parte delle volte la limatura dentinale resta visibile sulle lame degli strumenti, tuttavia è sempre raccomandabile rinnovare la soluzione irrigante dopo l'utilizzo di ciascuna lima e ricapitolare con piccole lime manuali per essere sicuri che il canale non si sia nel frattempo intasato.

La strumentazione endodontica senza l'aiuto dell'irrigante è, d'altra parte, estremamente pericolosa, in quanto, oltre a portare al facile intasamento del canale da parte del fango dentinale, può portare alla frattura dello strumento a causa del maggior sforzo richiesto per il suo uso, della mancanza di lubrificazione e del possibile impegno dello strumento nel canale asciutto.⁸⁹

Per facilitare la rimozione meccanica della limatura dentinale con l'uso dell'ipoclorito di sodio, molti autori^{1,109-111} suggeriscono di alternarlo con l'acqua ossigenata al 3%. La liberazione dell'ossigeno nascente durante la reazione chimica tra l'acqua ossigenata e l'ipoclorito all'interno del canale provoca un'effervescenza che contribuirebbe (negli inferiori e nei superiori solo dopo aver modificato la posizione del paziente sulla nostra poltro-



16.18 a) Dopo che uno strumento ha lavorato in un canale, la soluzione irrigante presente in camera pulpare appare torbida per la presenza del fango dentinale in sospensione. b) La soluzione irrigante è stata rinnovata fra uno strumento endodontico e l'altro, per evitare che la sospensione di fango dentinale diventi troppo concentrata, con rischio di intasamento del canale.

na) a portare all'esterno, verso la cavità d'accesso, il fango dentinale che verrebbe così rimosso meccanicamente.

Altri due potenziali vantaggi dell'uso alternato di acqua ossigenata al 3% e ipoclorito di sodio sarebbero:

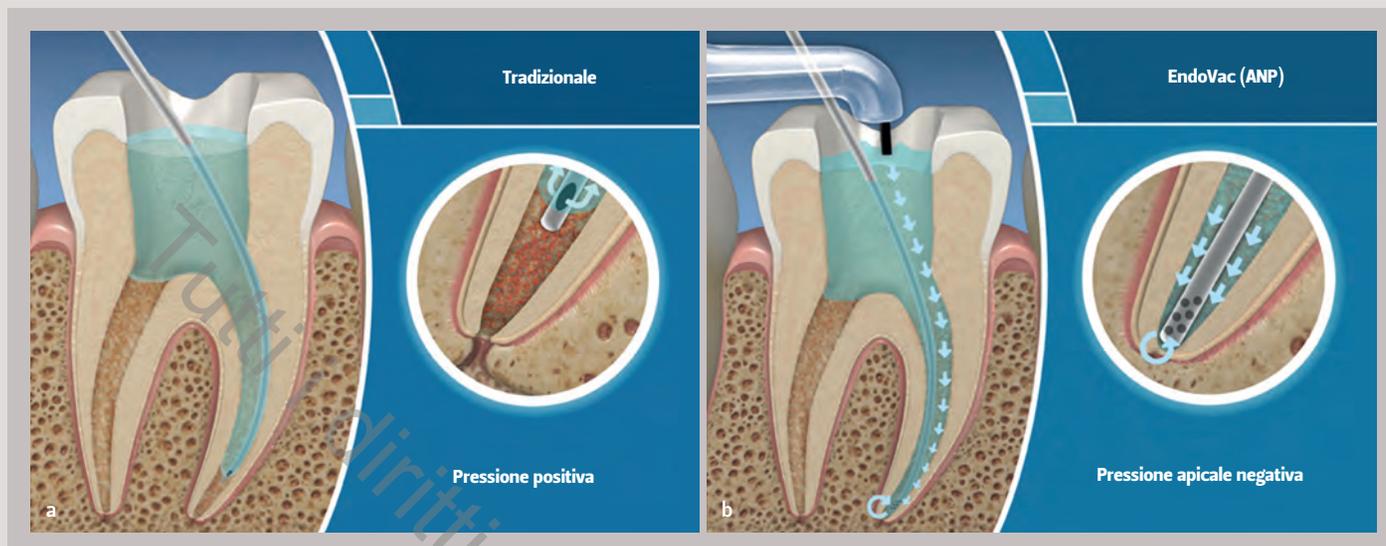
- aumento della permeabilità dei tubuli dentinali,¹⁰⁹ con conseguente maggiore penetrazione dei medicinali intracanalari nei tubuli dentinali e miglior adattamento del materiale da otturazione canalare alle pareti;
- maggiore attività antimicrobica, risultante dall'azione dell'ossigeno nascente sui microrganismi anaerobi.^{112,113}

Altri autori, tuttavia, non condividono la necessità di alternare l'acqua ossigenata al 3% all'ipoclorito, in quanto il loro uso alternato sarebbe superfluo secondo alcuni o addirittura negativo secondo altri. Nel primo caso, infatti, non si sarebbe notata alcuna differenza nella capacità di rimuovere detriti tra l'uso alternato di NaClO e acqua ossigenata e l'uso invece di NaClO da solo.¹¹⁴⁻¹¹⁶ Nel secondo caso, invece, sembrerebbe che l'acqua ossigenata diminuisca la capacità dell'NaClO di digerire le sostanze proteiche,^{37,60} la liberazione di piccole bollicine di gas potrebbe agire come barriera all'arrivo di soluzione fresca nelle parti più profonde del canale (Apical Vapor Lock)^{6,117,118} e, infine, l'ossigeno liberato dalla reazione chimica dei due agenti produrrebbe dolore periapicale.¹¹⁹

In letteratura sono infine riportati casi di iniezioni accidentali di acqua ossigenata nei tessuti periapicali¹²⁰⁻¹²² peraltro risolti con *restitutio ad integrum*.

La rimozione meccanica dei residui dentinali più che dall'effervescenza, potrebbe essere facilitata dal posizionamento dell'ago della siringa il più vicino possibile al terzo apicale del canale¹¹⁴ o in prossimità dell'apice stesso¹²⁰ senza naturalmente che si impegni, per non forzare liquido attraverso il forame apicale. D'altra parte, questo potrebbe essere estremamente pericoloso, in quanto è ben noto che quanto più la punta dell'ago irrigante è vicina al forame apicale, tanto più facilmente la soluzione irrigante può essere estrusa.¹²³ È anche ben noto come nessun disegno di ago o nessun calibro abbia dimostrato di essere sicuro sia in canali curvi sia in canali ovali, indipendentemente dalla fase della strumentazione.¹²⁴ Molti sono gli incidenti descritti in letteratura, dovuti all'estrusione dell'ipoclorito di sodio al di là del forame apicale.¹²⁵⁻¹³⁴

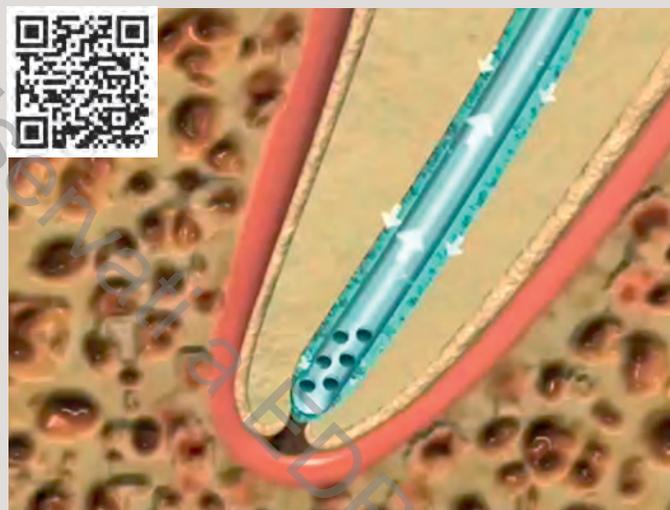
Recentemente John Schoeffel ha descritto un nuovo metodo per portare la soluzione irrigante all'interno del canale.¹³⁵⁻¹³⁷ Questo nuovo sistema, chiamato Endovac™, invece di usare la tradizionale pressione positiva (16.19a), utilizza pressione apicale negativa (16.19b). Un piccolo ago di soli 2 mm di lunghezza, collegato al sistema di aspirazione del riunito, deposita



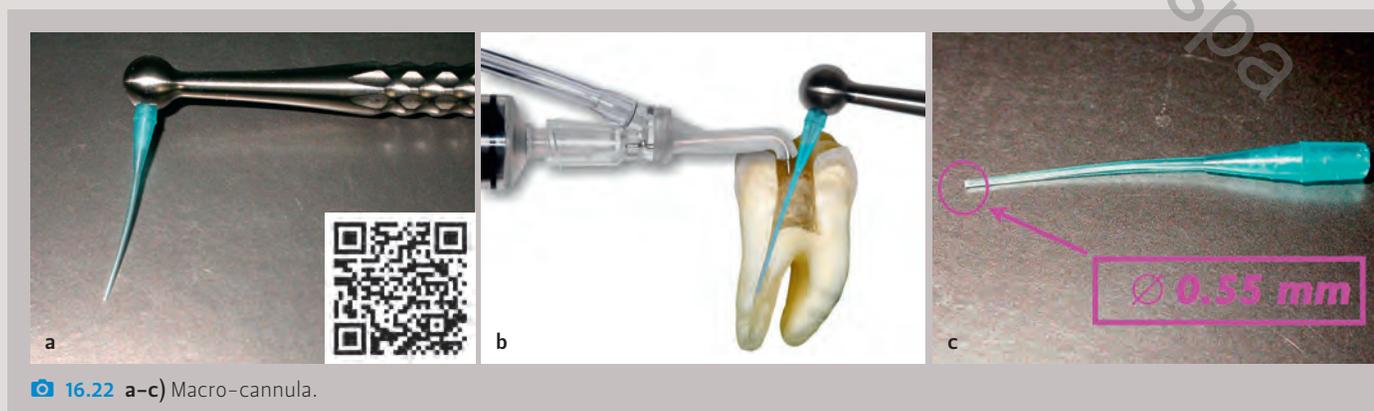
16.19 a) Irrigazione tradizionale con pressione positiva. b) Il nuovo sistema di irrigazione che sfrutta la pressione apicale negativa.



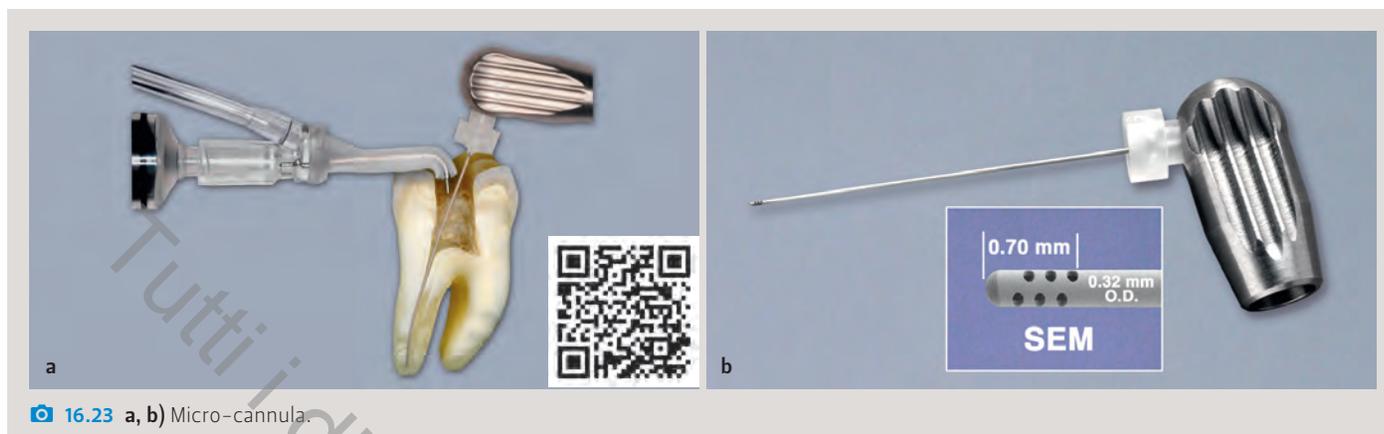
16.20 La master delivery tip usata per depositare la soluzione irrigante in camera pulpare.



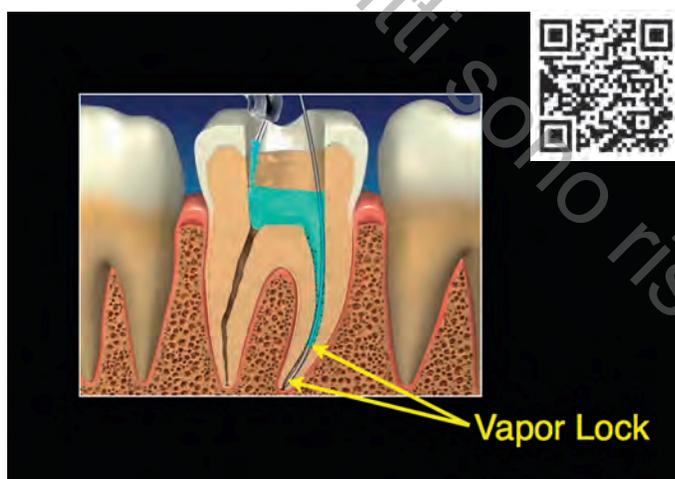
16.21 La micro-cannula posizionata esattamente alla lunghezza di lavoro sta aspirando la soluzione irrigante senza il minimo rischio di estrusione.



16.22 a-c) Macro-cannula.



16.23 a, b) Micro-cannula.



16.24 La pressione apicale negativa è l'unico metodo per rimuovere la bolla d'aria apicale.

la soluzione irrigante nella cavità d'accesso, mentre una piccola cannula aspirante posizionata esattamente alla lunghezza di lavoro aspira la soluzione irrigante stessa. In questo modo l'irrigante, invece di essere portato con la tradizionale siringa nella porzione apicale del canale, è semplicemente depositato in camera pulpare dalla *master delivery tip* (16.20) e aspirato dalla sottile cannula posizionata alla lunghezza di lavoro (16.21). All'inizio una macro-cannula, equivalente a uno strumento di calibro ISO 55 e conicità .02, rimuove i frustoli coronali (16.22) durante l'allargamento corono-apicale del canale. Una volta che il forame è stato allargato al calibro ISO 30 o meglio 35, la micro-cannula equivalente a uno strumento di calibro ISO 32 e conicità .02 viene posizionata esattamente e in tutta sicurezza alla lunghezza di lavoro e aspirando rimuove tutti i residui presenti

in sospensione (16.23). Come già detto, la soluzione irrigante è depositata in camera pulpare, quindi scorre passivamente lungo l'intera lunghezza del canale, ovviamente senza alcun rischio di estrusione dal forame.¹³⁸ Un altro vantaggio derivante dall'uso della pressione apicale negativa è rappresentato dalla rimozione del cosiddetto Apical Vapor Lock. Quando l'ipoclorito viene in contatto con materiale organico, immediatamente comincia a scioglierlo e, come già detto in precedenza, come risultato finale della reazione chimica, si produce ossigeno e bollicine (16.24). Queste bollicine nella zona apicale del canale si comportano come un embolo e impediscono il rinnovo della soluzione irrigante apicalmente alla bolla stessa. L'unico modo per rimuovere queste bolle di ossigeno consiste nell'aspirarle usando la pressione apicale negativa. Questo sistema è disponibile commercialmente (EndoVac™; Discus Dental, USA) e molti articoli ne hanno provato l'efficacia e la sicurezza di utilizzo.¹³⁹⁻¹⁴⁸

Più recentemente numerosi autori suggeriscono di alternare all'NaClO un chelante che, oltre ad avere un'effervescenza simile all'acqua ossigenata, rimuove il fango dentinale che si deposita sulle pareti canalari durante la strumentazione, come verrà descritto in seguito.¹⁴⁹

AZIONE LUBRIFICANTE

Come già accennato, l'ipoclorito di sodio fornisce una lubrificazione all'azione degli strumenti canalari, favorendone l'introduzione anche in canali sottili e tortuosi, facilitando il lavoro all'interno del canale, impedendo il loro impegno contro le pareti e quindi diminuendo i rischi di frattura.

AZIONE SBIANCANTE

L'ipoclorito di sodio soddisfa anche l'esigenza di poter utilizzare una soluzione irrigante che prevenga il discolorimento del dente e che eventualmente aiuti a schiarirlo. L'ipoclorito di sodio è infatti preparato e venduto in commercio come agente sbiancante (è la comune varichina) al 5,25%. L'azione sbiancante, definita da Luebke¹⁵⁰ come molto efficace e da Schilder¹⁵¹ come passiva ed estetica, è attribuita alle sue reazioni ossidanti, come già affermato da Coolidge.¹⁵² È esperienza di tutti i giorni notare come alla fine della seduta di detersione e sagomatura canalare il dente (soprattutto se frontale) appare più chiaro dei denti adiacenti (📷 16.25). Tale aspetto bianco-gessoso, comunque, è reversibile, regredisce nel giro di poche ore e pertanto non deve spaventare né l'odontoiatra né il paziente.

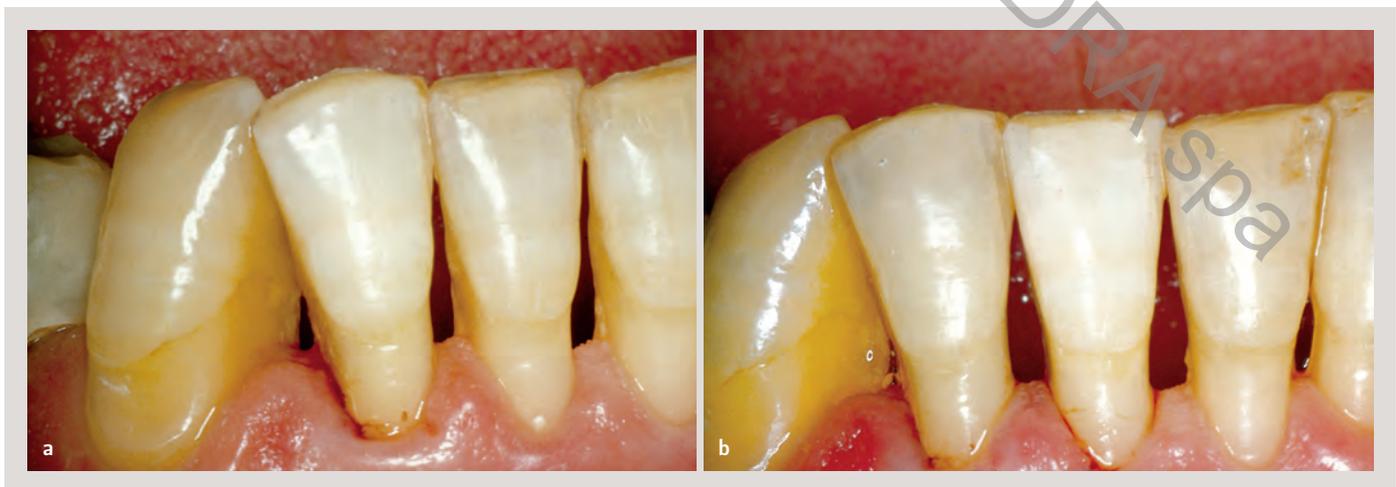
INNOCUITÀ

Come già detto in precedenza l'ipoclorito è citotossico, se spinto oltre apice. D'altra parte è inerte sui tessuti vitali sani, soprattutto se cheratinizzati. Il suo uso pertanto può essere ritenuto relativamente innocuo sia per il paziente sia per l'operatore. Se dovesse passare in piccola quantità in bocca al paziente perché la diga non sigillava bene, basterà sciacquare la bocca con la siringa del riunito mentre l'assistente aspira, per eliminare completamente il disagio provocato dal sapore sgradevole. Così pure è

da considerarsi innocuo se viene involontariamente toccato dalle mani dell'operatore.

COSTO

La comune varichina del commercio (ACE®) è ipoclorito di sodio al 5,6% ma non può e non deve essere utilizzata come soluzione irrigante in endodonzia, come si riteneva in passato e come molti ancora fanno. Recenti ricerche⁵⁹ hanno infatti dimostrato che il titolo di cloro e il pH non sono stabili, pertanto anche le proprietà antisettiche e detergenti decadono: a una riduzione del titolo di cloro attivo corrisponde infatti una ridotta azione solubilizzante. Inoltre l'uso di tale soluzione in endodonzia in Italia è da considerarsi illegale, in quanto (DL 29/05/91 n. 178) le sostanze usate a scopo disinfettante sull'uomo, rientrando tra i "medicinali", non possono essere utilizzate se non sono state registrate presso il Ministero della Sanità. Per questo motivo la soluzione irrigante che invece può e deve essere utilizzata in endodonzia e quindi suggerita dall'autore è l'Hypoclean (📷 16.26) appositamente creata a tale scopo e regolarmente registrata. L'Hypoclean infatti è ipoclorito di sodio al 5% che recenti ricerche⁵⁹ hanno dimostrato avere un pH stabile e soprattutto un titolo di cloro stabile nel tempo, particolarmente se la confezione aperta viene, durante l'uso, conservata al riparo dalla luce e dall'aria e a bassa temperatura (4 °C). Simili all'Hypoclean sono le soluzioni ir-



📷 16.25 **a)** È stata appena terminata la detersione e sagomatura dell'incisivo laterale inferiore destro. Notare l'aspetto più chiaro della corona rispetto ai denti adiacenti. **b)** Ventiquattro ore più tardi, è stata completata la detersione e sagomatura dell'incisivo centrale, che ora appare più chiaro, mentre il laterale è già tornato al suo colore naturale.



16.26 La soluzione irrigante Hypoclean.

irriganti prodotte dalla Vista Dental (16.27) e dalla Natursint (16.28).

Un argomento molto discusso in endodonzia e che trova pareri discordi è la diluizione dell'ipoclorito di sodio, cioè la concentrazione ideale alla quale è consigliabile usarlo all'interno dei canali.

Le soluzioni irriganti abbastanza potenti da essere degli efficaci battericidi sono purtroppo anche tossiche per i tessuti sani;⁹⁷ d'altra parte questa azione battericida è richiesta proprio alle soluzioni necessarie per i denti con polpa necrotica, in cui è stata notata una maggiore tendenza all'extrusione dei liquidi oltre apice.⁵⁵ Il problema non esisterebbe nel trattamento dei denti a polpa vita-



16.27 La soluzione irrigante della Vista Dental.



16.28 La soluzione irrigante della Natursint.

le dove le proprietà antibatteriche richieste sono minime e potrebbero essere usate anche soluzioni molto diluite.¹⁰¹ Ma il requisito che più di ogni altro è richiesto alle soluzioni irriganti è l'azione solvente sulle sostanze organiche e questa diminuisce con l'aumentare della diluizione.

Pertanto, una folta schiera di autori^{48,56,67,109,122,153-158} è favorevole all'uso dell'ipoclorito di sodio al 5,25%, in quanto ritengono la sua tossicità (misurata come percentuale di dolore postoperatorio) pari alla soluzione fisiologica se usata come irrigante canalare. Inoltre, a tale concentrazione è molto più efficace come solvente dei tessuti necrotici rispetto alle concentrazioni più diluite: la diluizione diminuisce la capacità di digerire i tessuti necrotici¹²⁴ (fino ad arrivare a una scarsa differenza tra NaClO all'1% e allo 0,5%, giudicati entrambi, da taluni autori,¹⁵⁹ completamente inefficaci), diminuisce le capacità detergenti e di rimozione di detriti^{109,111,160} e infine anche le proprietà antibatteriche.¹⁶¹

Altri autori^{97,162-166} invece si dichiarano favorevoli all'uso di ipoclorito a basse concentrazioni, tra 0,5 e 1%, dato il suo potere citotossico e irritante per il periapice. Infine, altri autori ancora, suggeriscono l'uso di ipoclorito diluito al 2,5-3%.^{12,60,159,167-171}

Secondo il nostro parere, la concentrazione ideale è del 5,25-6 %, dato che a questa diluizione l'ipoclorito risponde a tutti i requisiti richiesti a una ideale soluzione irrigante e un suo attento uso intracanalare non provoca danni al periapice. Inoltre tale concentrazione è facilmente reperibile e non ha bisogno di alcuna manipolazione.

Agenti chelanti

L'uso delle soluzioni chelanti in endodonzia è suggerito dalla proprietà di queste sostanze di legarsi chimicamente allo ione Ca^{+2} e quindi dalla possibilità di ammorbidire la dentina. La sostanza più usata a questo scopo è l'acido etilendiamminotetraacetico (EDTA) che combinandosi con gli ioni Ca^{+2} dei cristalli di idrossiapatite si trasforma nel sale etilendiamminotetraacetato di calcio.

L'EDTA fu introdotto in endodonzia per la prima volta da Nygaard-Ostby³⁸ nel 1957 per facilitare la preparazione dei canali radicolari, particolarmente nel caso di canali stretti e calcificati. Stewart et al.³⁹ trovarono che l'E-



16.29 Agenti chelanti viscosi: (a) RC Prep®; (b) Glide™.

DTA, in combinazione col perossido di urea (RC Prep®), rimuoveva molto efficacemente i detriti dall'interno del canale grazie alla sua azione schiumogena e aumentava la capacità di taglio degli strumenti canalari.

Gli agenti chelanti vengono utilizzati in endodonzia per i seguenti scopi: lubrificazione, emulsificazione e mantenimento in sospensione dei detriti.⁶ Essi sono disponibili sia in sospensione viscosa sia in soluzione acquosa.

L'RC Prep® (Premier Dental Products, USA) (16.29a) e il Glide™ (16.29b) sono chelanti viscosi. I suoi principali componenti sono EDTA, perossido di urea e glicole propilenico.

LUBRIFICAZIONE

Il glicole è il lubrificante che facilita il movimento degli strumenti nei canali sottili e calcificati. Esso infatti aiuta la lima a scivolare e a farsi strada tra le calcificazioni e gli ostacoli intracanalari, come i pulpoliti o i frammenti di tessuto fibrotico pulpare.⁶ Per sfruttare l'azione lubrificante devono essere usati solo i chelanti in soluzione acquosa, specialmente durante l'uso degli strumenti NiTi rotanti o reciprocanti. Come suggerito da Zehnder,¹⁷² le sospensioni viscosi di EDTA sono inefficaci nel prevenire la formazione del fango dentinale¹⁷³ e anziché abbas-

sare lo stress fisico sugli strumenti, come sarebbe desiderabile, tali lubrificanti, a seconda della geometria dello strumento, non hanno alcun effetto o sono addirittura controproducenti.¹⁷⁴

EMULSIFICAZIONE

L'uso di un chelante viscoso è particolarmente indicato nel sondaggio iniziale dei canali con polpa vitale, in quanto esso stimola l'emulsificazione del tessuto organico e facilita il sondaggio del canale radicolare, con tutti i vantaggi che ne derivano. In realtà, questa è la sola, vera e unica indicazione all'utilizzo degli agenti chelanti viscosi, come RCPrep® e Glide™. Il collagene infatti è il maggiore costituente del tessuto pulpare vitale e può inavvertitamente essere compattato nel terzo apicale come una massa collosa che contribuisce a intasare il canale radicolare.⁶ Nei denti vitali, infatti, cercare di sondare una qualsiasi porzione del canale con una lima # 10 senza l'aiuto del chelante può essere molto rischioso. Quando lo strumento viene estratto dal canale, il tessuto vitale tende a collassare e a riaderire a sé stesso. La successiva lima di calibro maggiore non riuscirebbe a "trafiggere" la massa di tessuto per passarvi attraverso in direzione apicale, ma spingerebbe tale massa "collosa" (costituita essenzialmente da "collagene") apicalmente, intasando



16.30 a, b) Agenti chelanti in soluzione acquosa.

il canale. Il chelante ha il compito di impedire che questo avvenga, semplicemente facendo sì che il foro pilota all'interno del tessuto collagene pulpare rimanga pervio, facilitando l'introduzione e il passaggio dello strumento successivo.⁶ In conclusione, l'utilizzo degli agenti chelanti viscosi in combinazione con gli strumenti rotanti o reciprocanti è controindicato.¹⁷⁴

MANTENIMENTO IN SOSPENSIONE DEI DETRITI

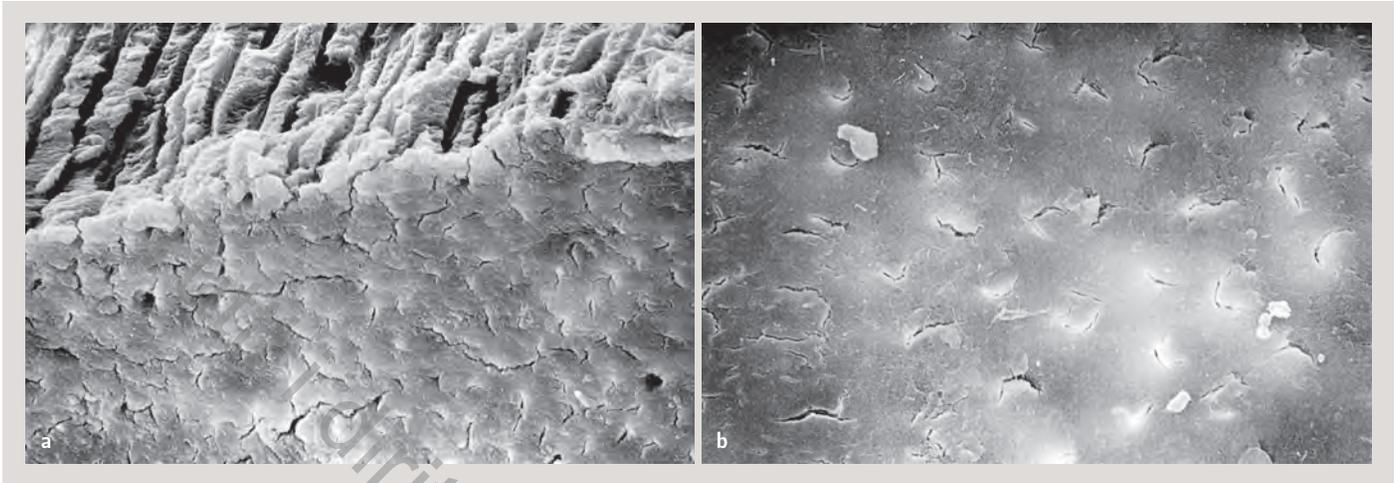
Il chelante viscoso come l'RC Prep® è particolarmente utile anche per mantenere in sospensione i residui pulpari e il fango dentinale, riducendo così il rischio di intasare il canale. L'irrigazione con ipoclorito successiva all'utilizzo del chelante provoca una significativa effervescenza, contribuendo alla rimozione dei residui dislocati dalle pareti canalari.⁶

L'uso di un agente chelante in soluzione acquosa (EDTA 10% ed EDTA 17%, Ognalaboratori Farmaceutici, Italia; EDTA 17% Natursint, Italia; EDTA 17%, Vista Dental, NV; EDTA 17% Roth International, USA) (16.30) è particolarmente indicato per la rifinitura della preparazione e per rimuovere il fango dentinale lasciato sulle pareti canalari dall'azione tagliente degli strumenti.

Molti autori^{37,108,175-177} infatti raccomandano l'utilizzo di un agente chelante per rimuovere lo strato di fango dentinale (*smear layer*) che rimane spalmato sulla superficie interna del canale dopo che gli strumenti endodontici hanno completato la loro azione (16.31). Tale strato, che occlude i tubuli dentinali e pertanto ne diminuisce la permeabilità, è per lo più costituito da materiale inorganico e pertanto non può essere digerito dall'ipoclorito di sodio.^{37,161,177}

Può invece essere rimosso da un chelante (EDTA) usato come irrigante alternato all'NaClO. Tra i vari vantaggi che questo comporta, tale irrigazione consente il riempimento di un maggior numero di canali laterali,¹⁷⁸ apre i tubuli dentinali e lascia una superficie più pulita contro la quale la guttaperca e il cemento si adattano meglio.¹⁷⁹

Il chelante può essere tranquillamente usato in canali stretti e tortuosi solo dopo che sono stati completamente sondati: a questo punto esso facilita l'azione dello strumento nella rimozione di dentina attorno a sé. È invece da sconsigliare il suo uso nel caso di canali che risultino insondabili per presenza di calcificazioni od ostacoli di qualsiasi altra natura. Infatti, facendosi strada nella dentina ammorbidita dal chelante, l'operatore non può sapere se sta approfondendo nel canale originale o se sta "costruendo" un canale nuovo, cioè una falsa strada.



16.31 Incisivo centrale superiore deterso e sagomato. **a)** Il lume canalare appare privo di detriti, ma i tubuli dentinali sono completamente intasati dal fango dentinale. Terzo medio della radice, in prossimità della superficie di spaccatura riconoscibile in alto a sinistra (1400×). **b)** Una zona vicina fotografata a maggior ingrandimento. I tubuli dentinali appaiono come fessure per la presenza di uno spesso strato di *smear layer* che vernicia l'intera superficie canalare (2400×).

Ricordiamo infine che l'azione dell'agente chelante è inibita dalla presenza dell'ipoclorito di sodio, pertanto l'irrigazione finale deve essere sempre eseguita con NaClO per neutralizzare l'acido.^{45,154,158}

Fango dentinale o “*smear layer*”

È ben noto il fatto che durante l'utilizzo degli strumenti rotanti o reciprocanti si produce molta limatura dentinale, chiamata fango dentinale o *smear layer*, che ricopre completamente le pareti del canale. Sebbene l'ipoclorito di sodio sia l'unica e più desiderabile soluzione irrigante, non può sciogliere la parte inorganica della dentina e quindi non può prevenire la formazione dello *smear layer* durante la strumentazione.^{31,180,181} Per questo motivo è altamente suggerito un protocollo che preveda l'alternanza di NaClO ed EDTA per essere più efficaci nella riduzione della carica batterica del sistema canalare, piuttosto che usare l'NaClO da solo.⁶⁶ L'ipoclorito digerisce la componente organica dello *smear layer* mentre l'EDTA ne scioglie la componente inorganica. In questo modo il dente sarà ben disinfettato e pronto per ricevere un'otturazione tridimensionale (16.32 e 16.33).^{3,5} Il fango dentinale è stato descritto per la prima volta da McComb e Smith nel 1975.³⁷ È la conseguenza dell'azione di taglio della dentina da parte degli strumenti endodontici. I detriti che si formano vengono infatti spalmati e compattati sulla superficie del canale dall'azione dinamica degli strumenti endodontici.

Il fango dentinale può essere distinto in due componenti distinte:

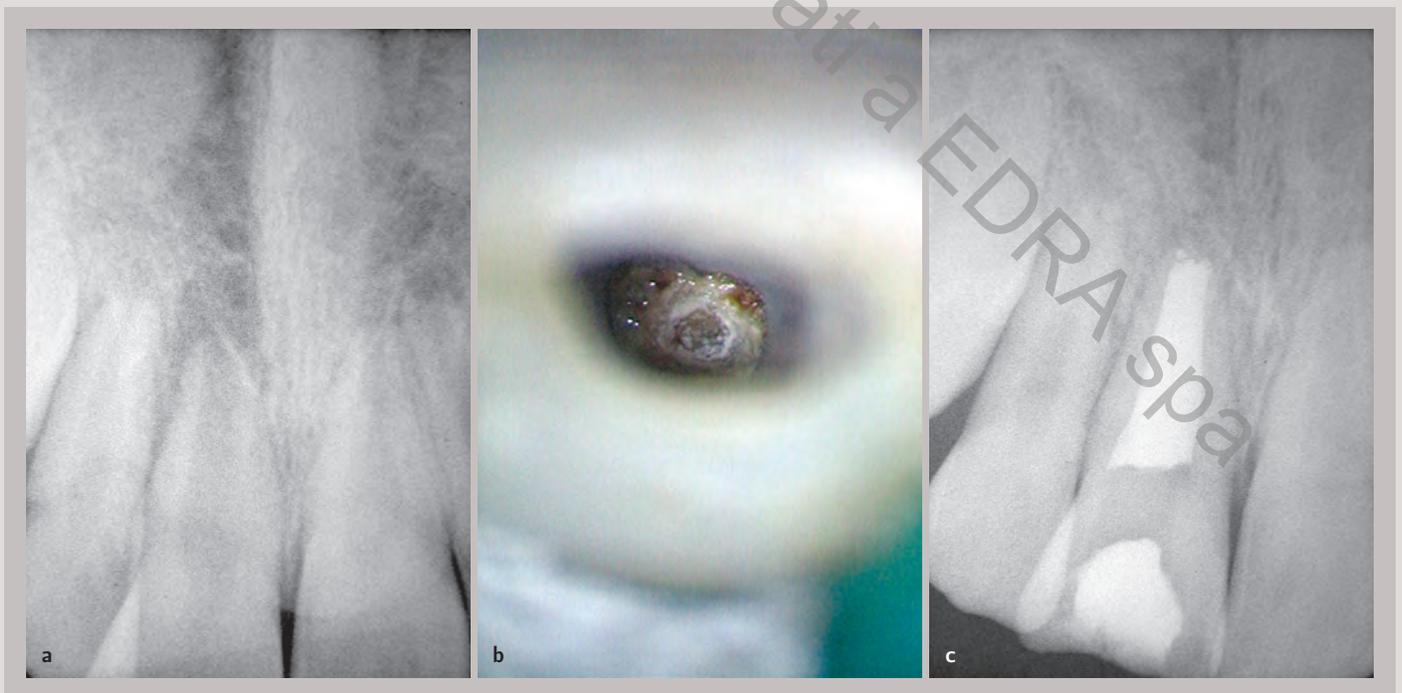
- uno strato sottile che forma un tappetino che riveste la parete canalare, il cui spessore medio è 1-2 μm ¹⁶¹ (16.34 a);
- una porzione molto più aggressiva che penetra all'interno dei tubuli dentinali e forma veri e propri tappi, profondi circa 40 μm ¹⁶¹ (16.34b, c).

Il fango dentinale è quindi presente solo sulle superfici canalari strumentate e non in quelle aree dei canali sagomati in cui gli strumenti endodontici non hanno lavorato.¹⁷⁴ È composto da piccole particelle inorganiche di tessuto calcificato,^{37,154,174,182} e materiale organico (residui vitali o necrotici di tessuto pulpare, processi odontoblastici, batteri, cellule ematiche).^{37,154,183}

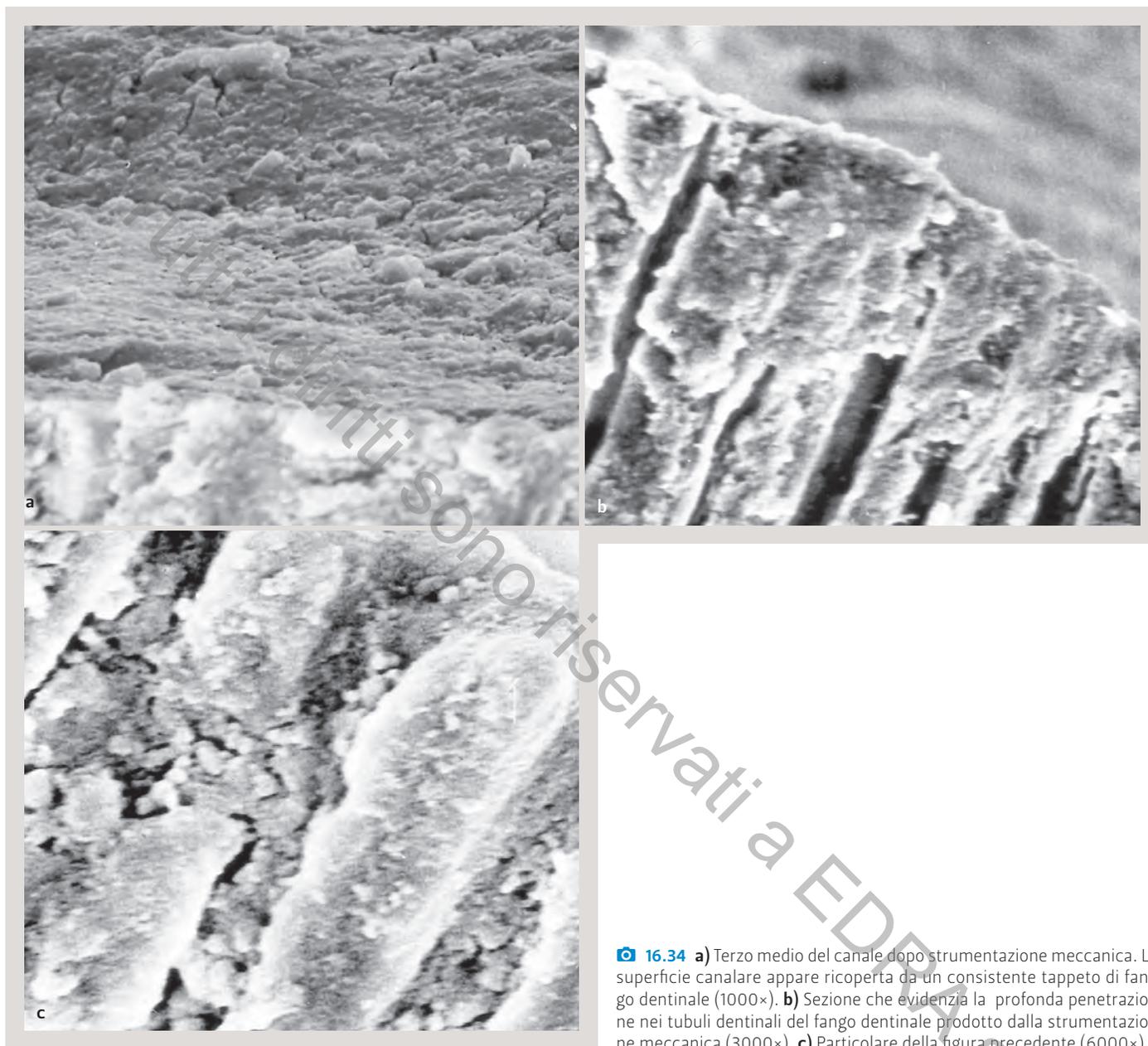
Fino a pochi anni or sono, le implicazioni cliniche del fango dentinale non erano chiaramente conosciute.^{154,184} Poiché i tappi di detriti ostruiscono i tubuli dentinali e riducono la permeabilità della dentina,¹⁸⁵ si era ipotizzato che, formando una barriera, prevenissero la penetrazione di batteri all'interno dei tubuli. Questo è vero solo in parte: in seguito è stato infatti dimostrato che il fango dentinale rallenta il passaggio dei microrganismi nei tubuli dentinali ma non blocca i tubuli stessi.¹⁸⁶ Inoltre, il fango dentinale può non permettere la penetrazione di medicamenti o materiale da otturazione all'interno dei tubuli.



16.32 **a)** L'incisivo centrale superiore di sinistra rispondeva in modo anomalo ai test di vitalità. Sul versante mesiale si evidenzia una lesione ossea angolare. Si può sospettare la presenza di un canale laterale mesiale responsabile della lesione ossea. **b)** La radiografia postoperatoria evidenzia la completa otturazione del sistema canalare precedentemente deterso dagli irriganti. **c)** La radiografia di controllo dopo quattro mesi evidenzia la completa guarigione del difetto osseo angolare.



16.33 **a)** Radiografia preoperatoria di un incisivo centrale superiore destro traumatizzato. L'elemento dentale necessita di apacificazione. Il trattamento non ha fatto uso di strumenti endodontici ma solo di irriganti (NaClO 5%, EDTA 10%). Il canale è stato poi riempito di idrossido di calcio. **b)** Controllo a quattro mesi mediante microscopio operatorio dell'avvenuta apacificazione (25 \times). **c)** Radiografia dell'otturazione tridimensionale del canale radicolare.



16.34 a) Terzo medio del canale dopo strumentazione meccanica. La superficie canale appare ricoperta da un consistente tappeto di fango dentinale (1000×). b) Sezione che evidenzia la profonda penetrazione nei tubuli dentinali del fango dentinale prodotto dalla strumentazione meccanica (3000×). c) Particolare della figura precedente (6000×).

La rimozione del fango dentinale, d'altra parte, migliora il contatto tra il materiale d'otturazione e le pareti canalari e quindi il sigillo.^{176,187-190} Pallares et al.¹⁹¹ hanno infatti dimostrato che il cemento endodontico penetra profondamente nei tubuli dentinali con proiezioni di guttaperca solo in quei denti in cui il fango dentinale è stato rimosso. Kouvas et al.¹⁹² hanno dimostrato che in assenza di fango dentinale i cementi endodontici da loro testati (Sealapex®, Roth 811 e CRCS®) penetravano nei tubuli dentinali a una profondità compresa tra 35 e 80 μ .

Come verrà più dettagliatamente spiegato in seguito (vedi Capitolo 26), è accertato che, nonostante i nostri sforzi, attualmente non è mai raggiungibile una completa rimozione del contenuto del sistema canale: residui pulpari, batteri, tossine.³⁷ Pertanto, allo scopo di inattivare i batteri e i residui pulpari sfuggiti alla strumentazione e alla detersione, ci dobbiamo servire di un'otturazione tridimensionale, che ha il compito di murare tra pareti canalari e guttaperca i microrganismi sfuggiti alla detersione, eliminando loro lo spazio biologico per vivere.^{193,194}

Possiamo quindi concludere che l'ottenimento di un'otturazione veramente tridimensionale, che penetri intimamente all'interno dei tubuli dentinali, rappresenta la seconda e ultima fase della detersione ed è raggiungibile solo con l'eliminazione del fango dentinale. Dobbiamo quindi contrastare la sua formazione, per permettere agli irriganti di espletare la loro azione tridimensionalmente.

Baumgartner e Cuenin¹⁸⁰ hanno dimostrato che la rimozione del fango dentinale permette all'ipoclorito di sodio di penetrare nei tubuli dentinali o in aree da esso rese inaccessibili e quindi protette dall'azione degli irriganti. È stato inoltre dimostrato¹⁹⁵ che la presenza del fango dentinale riduce la permeabilità della dentina dal 25% al 49%. A questo punto, se consideriamo che il persistere dell'infezione endodontica può essere determinato dalla presenza di batteri che hanno invaso i tubuli dentinali, risulta intuitivo come la rimozione del fango dentinale rivesta un'importanza fondamentale.

REVISIONE DELLA LETTERATURA

Essendo il fango dentinale prevalentemente composto da materiale inorganico, le soluzioni più idonee per rimuoverlo sono gli acidi deboli (acido citrico, acido fosforico, acido tannico) o chelanti (EDTA, REDTA).¹⁹⁰

Brannstrom e Johnson⁴² hanno osservato che cavità trattate con una soluzione di benzalconio cloruro ed EDTA allo 0,2% erano deterse in modo accettabile. Lo strato superficiale del fango dentinale era completamente rimosso, mentre erano ancora presenti i tappi di detriti all'interno dei tubuli.

Goldman et al.¹⁵⁴ e Yamada et al.¹⁵⁸ hanno dimostrato come, al termine della strumentazione, un lavaggio finale con EDTA al 17% seguito da un lavaggio con NaClO erano in grado di rimuovere completamente il fango dentinale: l'EDTA e l'NaClO rimuovevano rispettivamente la componente inorganica e quella organica del fango dentinale.

Baumgartner et al.¹⁹⁶ hanno poi dimostrato come, durante la strumentazione, l'acido citrico usato da solo o in combinazione con l'NaClO era più efficace del solo NaClO nel rimuovere il fango dentinale. In uno studio successivo¹⁵¹ gli stessi autori hanno poi dimostrato come l'uso alternato durante la strumentazione di NaClO al 5,25% ed EDTA al 15% era in grado di rimuovere completamen-

te dalle superfici canalari strumentate i residui pulpari e il fango dentinale, lasciando superfici lisce con i tubuli dentinali aperti, mentre le superfici canalari non strumentate erano prive di residui pulpari e della predentina.

Garberoglio e Becce¹⁹⁷ hanno dimostrato come una soluzione di EDTA al 3% era efficace come l'acido fosforico o l'acido citrico al 17% nel rimuovere il fango dentinale. In più le superfici canalari trattate con EDTA al 3% non dimostravano una marcata demineralizzazione della dentina e dei tubuli come invece era visibile sulle superfici canalari trattate con l'acido fosforico o citrico al 17% (Fig. 16.35). Avere superfici non eccessivamente demineralizzate rappresenta un vantaggio per la successiva fase di otturazione canalare: le soluzioni demineralizzanti molto aggressive creano infatti superfici anfrattuose, con conseguente notevole aumento dell'area superficiale. Ciò determina ovviamente un aumento della superficie di contatto dentina/guttaperca e in più le rugosità della superficie eccessivamente demineralizzata rendono più difficoltoso un intimo contatto tra dentina e materiale da otturazione. La rimozione del fango dentinale senza eccessivo attacco acido sulla superficie dentinale lascia invece una superficie liscia, pronta ad aderire intimamente alla guttaperca e al cemento endodontico.

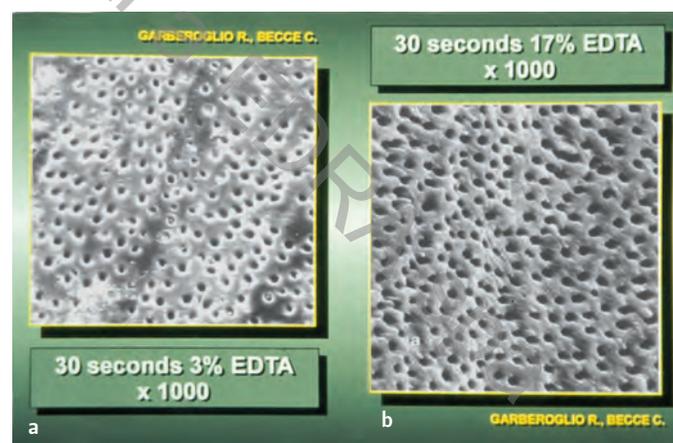


Fig. 16.35 EDTA al 3% ed EDTA al 17% sono entrambi efficaci nella rimozione del fango dentinale e tra le due concentrazioni non esiste una differenza significativa. **a)** Dopo un'irrigazione finale con EDTA al 3% per 30 secondi, il terzo medio del canale radicolare appare pulito, privo di fango dentinale. I tubuli dentinali sono pervi e visibili sulla superficie canalare (1000×). **b)** Un'irrigazione finale con EDTA al 17% per 30 secondi ha reso le pareti canalari prive di residui organici e inorganici. Il terzo medio del canale radicolare mostra i tubuli dentinali pervi e allargati. Si noti la completa rimozione del materiale organico dall'interno dei tubuli dentinali (1000×) (per gentile concessione del Prof. Riccardo Garberoglio e del Prof. Carlo Becce¹⁹⁷).

Più recentemente, Liolios et al.¹⁹⁸ hanno dimostrato che un lavaggio finale eseguito al termine della strumentazione con l'EDTA al 15% era efficace nel rimuovere il fango dentinale come l'EDTA al 3%, mentre l'acido citrico al 50% dava risultati non soddisfacenti, con una rimozione incompleta del fango dentinale.

UTILIZZO DEI CHELANTI

Da questa breve revisione della letteratura possiamo dedurre che gli irriganti per rimuovere il fango dentinale possono essere utilizzati:

- durante la strumentazione;
- al termine della strumentazione.

Come premesso, l'obiettivo della terapia endodontica è rappresentato dalla completa eliminazione del sistema canalare mediante una detersione e un'otturazione tridimensionale.^{3,5} Abbiamo infatti visto come la permanenza di batteri dentro i tubuli dentinali può condizionare il successo della terapia.¹⁹⁹

Alla luce di queste considerazioni risulta determinante mettere in atto tutte quelle strategie che permettono l'azione dell'NaClO anche all'interno dei tubuli dentinali.¹⁸⁰ Dobbiamo quindi:⁸

- usare tecniche operative e strumenti endodontici che formino poco fango dentinale;
- usare gli irriganti idonei;
- durante la sagomatura, contrastare la formazione del fango dentinale al fine di permettere all'NaClO di svolgere la sua azione nell'intero sistema canalare e nei tubuli dentinali;
- favorire la penetrazione dell'NaClO all'interno dei tubuli dentinali;
- lasciare agli irriganti (NaClO, EDTA) il tempo necessario affinché svolgano la loro azione.

Attualmente l'EDTA sembra essere il più efficace prodotto per rimuovere il fango dentinale:^{42, 149,154,158,180,190,197,198}

- per permettere che l'NaClO svolga la sua azione in profondità è utile contrastare la formazione del fango dentinale usando l'EDTA anche durante la sagomatura canalare;^{8,10,180,196}
- solo così l'NaClO potrà penetrare nei tubuli dentinali e in quelle aree che il fango dentinale renderebbe inaccessibili;¹⁸⁰

- l'EDTA alternato all'NaClO impedirà che il fango dentinale si organizzi e con la sua porzione più aggressiva formi quei tappi che, penetrando all'interno dei tubuli dentinali, li occludono.^{120,180}

Oltre a rimuovere efficacemente il fango dentinale contrastandone la formazione, l'alternanza di EDTA e NaClO durante la strumentazione è risultata essere più efficace come battericida rispetto all'utilizzo dell'NaClO da solo.⁶⁶

Un ulteriore accorgimento che possiamo utilizzare è l'innalzamento della temperatura. Come abbiamo visto precedentemente, se eleviamo la temperatura dell'NaClO ne potenziamo l'azione solvente.^{58,60} Berutti e Marini⁹ hanno dimostrato come elevando la temperatura dell'NaClO a 50 °C si ha una notevole riduzione della formazione del fango dentinale a livello del terzo medio del canale, mentre nel terzo apicale questo appare meno organizzato e formato da fini particelle (Fig. 16.36). L'NaClO riscaldato a 50 °C non è però sufficiente a rompere il legame delle catene di collagene. Gli autori affermano che questa capacità dell'NaClO a 50 °C di diminuire la deposizione del fango dentinale sulle pareti canalari può essere attribuita a un'aumentata cinetica delle reazioni chimiche.⁹

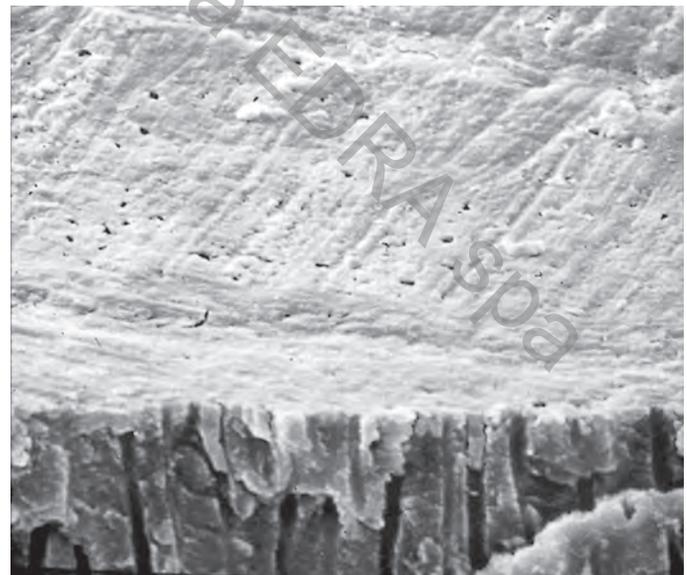


Fig. 16.36 Terzo medio del canale dopo strumentazione meccanica e irrigazione con NaClO riscaldato a 50 °C. La parete canalare appare ricoperta da un sottile strato di fango dentinale, come si evidenzia dalla presenza di alcuni tubuli dentinali parzialmente aperti (1000×).

La differenza ultrastrutturale tra il fango dentinale del terzo medio e quello del terzo apicale conferma la difficoltà di raggiungere sempre un'ottimale irrigazione a livello del terzo apicale. È quindi importante mettere in atto tutte le strategie per favorire un'adeguata penetrazione dell'irrigante a questa profondità. Una tecnica di strumentazione corono-apicale, dove i terzi coronale e medio vengono strumentati prima del terzo apicale, sicuramente favorisce la penetrazione degli irriganti in profondità. L'allargamento coronale precoce del canale, oltre a eliminare le interferenze favorendo la discesa passiva delle lime nel terzo apicale, comporta anche una maggiore riserva di irrigante che grava su quest'ultima complessa porzione del sistema canalare.²¹

Berutti et al.¹⁰ hanno inoltre dimostrato che l'associazione di EDTA al 10%, di un tensioattivo (Triton™ X-100, Sigma Chemical Co, USA) e di NaClO al 5% determina un'ottimale disinfezione dei tubuli dentinali.

La sequenza operativa prevedeva l'uso di EDTA per rimuovere il fango dentinale prodotto dagli strumenti endodontici, seguito dal tensioattivo che prepara la superficie, abbassando la tensione superficiale. A questo punto l'NaClO sarà favorito nella sua penetrazione in profondità all'interno dei tubuli per *capillary action* e *fluid dynamics* (📺 16.37).¹⁰

Gli autori hanno così dimostrato che l'eliminazione del fango dentinale a opera dell'EDTA durante la fase di strumentazione è indispensabile per permettere all'NaClO di penetrare in profondità nei tubuli dentinali. È necessaria un'alta concentrazione di EDTA (10%) perché l'acido è in parte diluito dall'NaClO già presente nel canale.¹⁰ L'aggiunta di un tensioattivo (Triton™ X-100, Sigma Chemical Co, USA) abbassa la tensione superficiale, favorendo l'azione dell'NaClO in profondità.

La sequenza operativa utilizzata dagli autori era la seguente: strumentazione, EDTA 10%, dopo 15 secondi Triton™ X-100, seguito immediatamente dall'NaClO al 5%. I risultati hanno dimostrato una penetrazione nei tubuli dentinali degli irriganti pari in media a circa 130 μ.¹⁰

In verifiche successive, gli autori hanno rilevato risultati quasi analoghi senza l'uso del tensioattivo, alterando semplicemente e casualmente l'NaClO e l'EDTA.

FATTORE “TEMPO”

L'ultima condizione da rispettare, e forse la più importante, è il fattore tempo. Dobbiamo permettere che gli irriganti abbiano il tempo necessario affinché la loro azione sia completa (📺 16.38).

Oggi le nuove tecnologie (strumenti meccanici in nichel-titanio) ci permettono di sagomare canali radicolari anche difficili in pochissimo tempo con ottimi risultati. Questo però contrasta con l'obiettivo principale della terapia e cioè l'eliminazione del contenuto del sistema canalare realizzato mediante l'azione degli irriganti, eliminazione che non può essere ottenuta nel breve tempo in cui gli strumenti rotanti hanno sagomato.

Ricordiamo infatti che gli strumenti endodontici durante il loro lavoro di sagomatura del canale radicolare non solo non detergono, ma addirittura con la creazione del fango dentinale contrastano l'azione in profondità degli irriganti. Qual è allora il corretto tempo di azione degli irriganti, affinché svolgano completamente la loro azione?

Nakamura et al.²⁰⁰ hanno valutato *in vitro* l'azione solvente di tre concentrazioni di NaClO (2%, 5%, 10%) a 37 °C su collagene bovino (tendini, polpa dentale, gengiva):

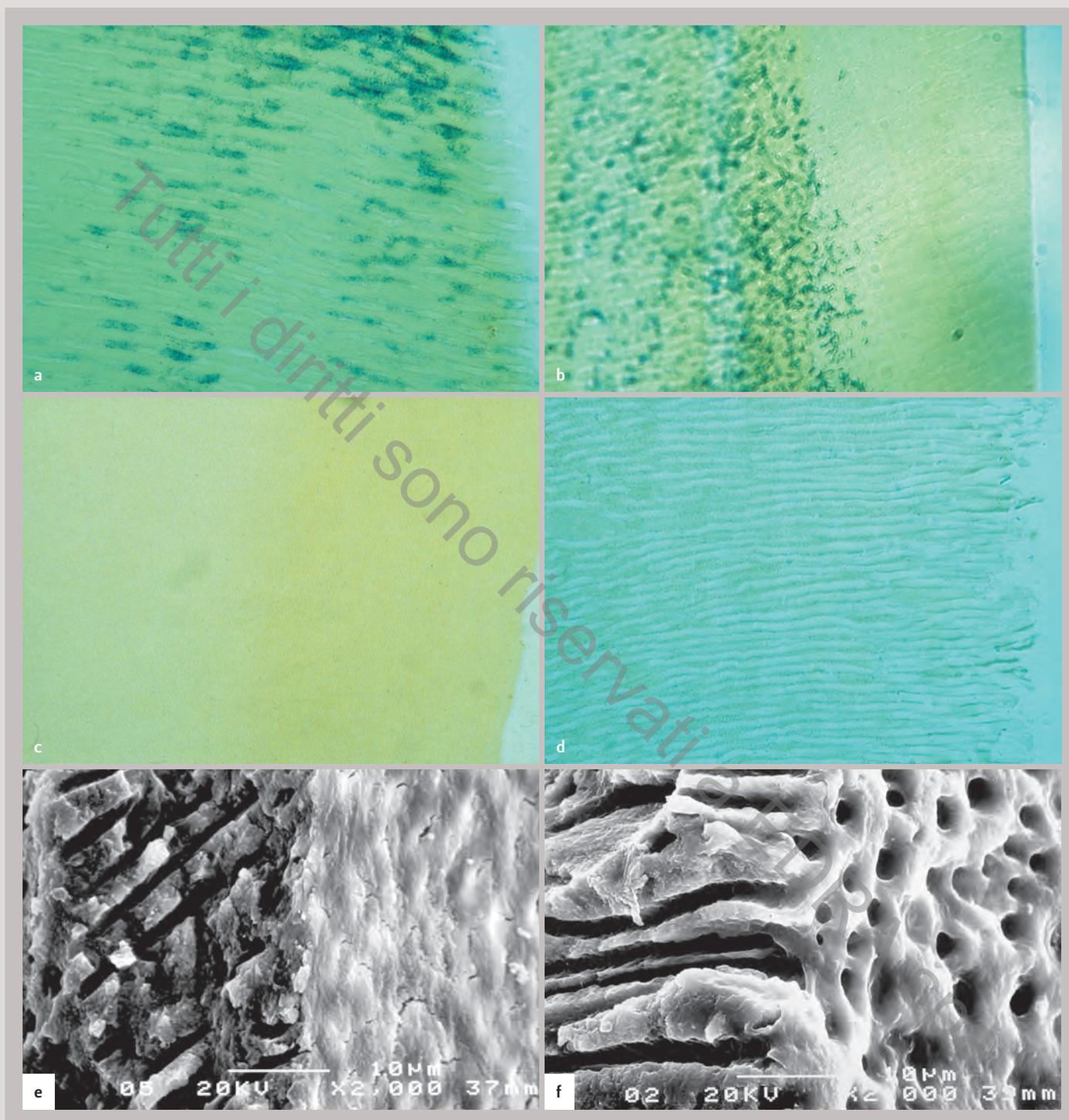
- l'NaClO al 2% dissolveva il 33% di collagene bovino dopo 10 secondi e il 52% dopo 10 minuti;
- l'NaClO al 5% dissolveva il 47% di collagene bovino dopo 10 secondi e il 61% dopo 10 minuti;
- l'NaClO al 10% infine dissolveva il 78% di collagene bovino dopo 10 secondi e l'80% dopo 10 minuti.

Andersen et al.²⁰¹ hanno valutato *in vitro* l'azione solvente dell'NaClO al 2% a 37 °C su tessuto pulpare umano: l'NaClO al 2% dissolveva il 15% di polpa umana dopo 15 minuti, il 50% dopo 1 ora, il 100% dopo 2 ore. Per ridurre dei tempi così lunghi possiamo agire su:

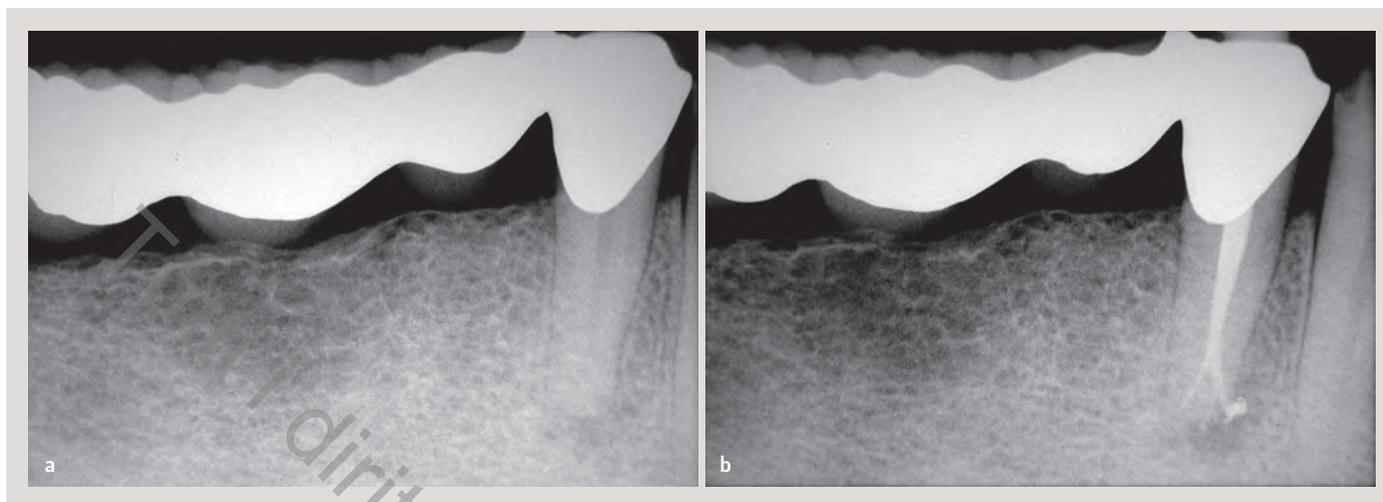
- temperatura;
- rinnovo delle soluzioni irriganti;
- movimento degli irriganti dentro il sistema canalare.

Abbiamo già visto precedentemente i numerosi vantaggi derivanti dall'utilizzo dell'NaClO caldo (50 °C).^{9,40,58,60}

Se rinnoviamo costantemente gli irriganti, avremo nel canale sempre soluzioni con il massimo della loro capacità di azione.⁸ Questo è un principio valido per tutti i re-



16.37 **a)** Sezione istologica del terzo medio del canale preparato con strumenti meccanici NiTi. Tecnica di irrigazione: NaClO 5%, lavaggio finale con EDTA 10% per 3 minuti e successiva neutralizzazione con NaClO 5%. Residua l'infezione dei tubuli dentinali (colorazione Brown e Brenn, 400×). **b)** Sezione istologica del terzo medio del canale preparato con strumenti meccanici NiTi. Tecnica di irrigazione: NaClO 5%, EDTA 10% e tensioattivo (Triton™ X-100) alternati. L'area prospiciente il lume canalare è priva di infezione dentinale. Al di sotto residua un'area di infezione tubulare (colorazione Brown e Brenn 250×). **c)** Sezione istologica del terzo medio del canale preparato con strumenti meccanici NiTi. Tecnica di irrigazione: NaClO 5%, EDTA 10% e tensioattivo (Triton™ X-100) alternati. I tubuli dentinali sono privi di batteri (colorazione Brown e Brenn, 250×). **d)** Particolare della sezione della figura precedente (400×) **e)** Terzo medio del canale dopo strumentazione meccanica e irrigazione con solo NaClO al 5%. Si noti la presenza di un omogeneo tappeto di fango dentinale (2000×). **f)** Terzo medio del canale dopo strumentazione meccanica e irrigazione alternata con EDTA al 10% e NaClO al 5%. Si noti la completa assenza di fango dentinale (2000×).



16.38 a) Radiografia preoperatoria del primo premolare inferiore destro che necessita di trattamento endodontico. **b)** Radiografia postoperatoria. Occorre permettere agli irriganti di compiere completamente la loro azione. Solo così il trattamento (detersione e otturazione) sarà veramente tridimensionale.

agenti chimici. Potremo così anche rimuovere i prodotti della degradazione della polpa e avere un contatto diretto sempre più in profondità di reagenti (irriganti) freschi con il tessuto pulpare e gli eventuali batteri.⁸

Sempre in quest'ottica, è determinante, al fine del risultato finale, muovere gli irriganti nel sistema canalare. Agitare gli irriganti nel sistema canalare vuol dire spingerli in tutti gli anfratti, nei tubuli dentinali, rinnovarli continuamente (l'irrigante che viene a contatto con il tessuto pulpare e i batteri sarà sempre fresco e mai saturo), nonché sfruttare l'azione dinamica del fluido che, meccanicamente, lava e deterge le pareti canalari.⁸

Attivazione degli irriganti

IRRIGAZIONE ULTRASONICA PASSIVA

Un metodo per potenziare l'azione degli irriganti consiste nella loro attivazione mediante ultrasuoni.

Gli ultrasuoni in endodonzia furono introdotti da Richman nel 1956.²⁰² Martin²⁰³ venti anni più tardi ne descrisse l'azione disinfettante *in vitro*, dimostrando come l'uso combinato di ultrasuoni e ipoclorito di sodio fosse più efficace rispetto all'uso singolo di ciascuno dei due metodi.

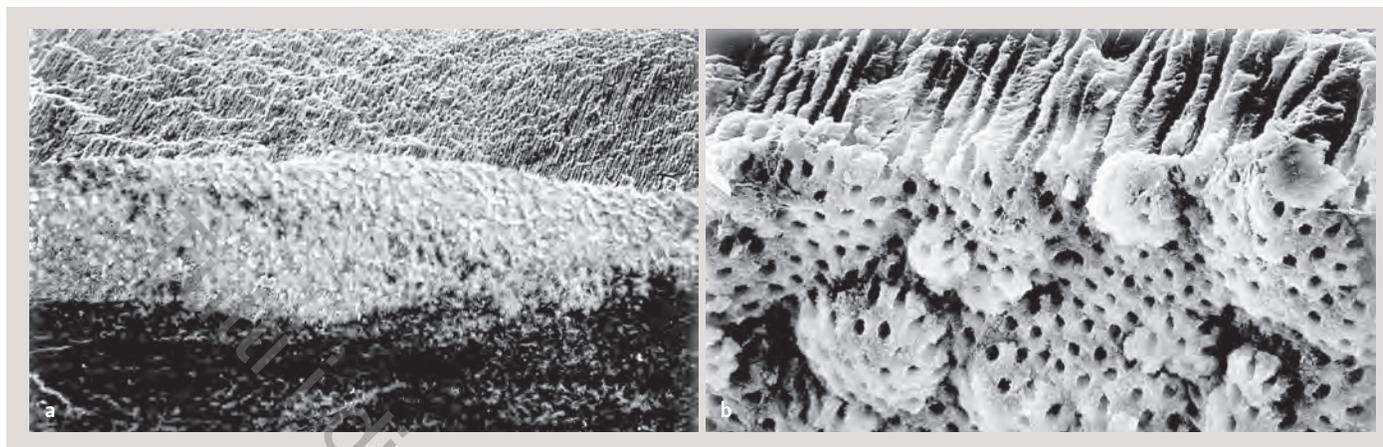
Gli ultrasuoni utilizzati in endodonzia sono vibrazioni acustiche con frequenza approssimativa intorno ai 25.000 cicli/s. Dalla sorgente energetica (elettromagne-

tica o piezoelettrica) gli ultrasuoni sono trasferiti tramite un trasduttore a un liquido nel quale si creano fenomeni fisici ben noti. Uno di questi va sotto il nome di "corrente acustica" ed è legato al rapido movimento di particelle di fluido in vortice intorno all'oggetto che vibra.²⁰⁴

Un altro fenomeno dovuto agli ultrasuoni è la cavitazione ed è conseguente al formarsi di microbolle che aumentano di diametro fino a collassare e a provocare piccole implosioni molto efficaci nel produrre un'agitazione irregolare del liquido. Entrambi tali fenomeni vengono indicati^{203,204} come i principali responsabili nel rimuovere detriti dalle pareti dentinali. Va inoltre ricordato che per effetto degli ultrasuoni vi è un innalzamento locale della temperatura nel liquido circostante l'oggetto che vibra.⁵⁸

Dopo un iniziale entusiasmo per gli ultrasuoni utilizzati per sagomare i canali radicolari, si vide che la rimozione di dentina da parte dello strumento attivato avveniva soltanto a spese delle zone in cui si era avuto un intimo contatto con la parete canalare. Questo è dimostrato dal reperimento di zone ricche di calcosferiti in vicinanza di zone rese lisce dall'azione degli strumenti, in accordo con quanto descritto da Mader¹⁶¹ (16.39).

D'altra parte, gli ultrasuoni in combinazione con l'NaClO si sono dimostrati estremamente efficaci^{205,206} nella rimozione di substrati organici anche dalle zone nelle quali gli strumenti non avevano potuto prendere



16.39 a) Terzo medio della radice distale di secondo molare inferiore, trattato con NaClO, EDTA, e attivazione finale con ultrasuoni. Nella zona in basso gli strumenti hanno lavorato, mentre in alto, vicino alla zona di spaccatura del dente, sono visibili i calcosferiti della predentina, segno evidente che qui gli strumenti non hanno preso contatto con le pareti canalari (110×). b) A 1000 ingrandimenti si può notare come manchi qualsiasi traccia di materiale organico anche nelle zone che sono state solo deterse e non sagomate.

contatto con le pareti canalari come anfratti, depressioni, riassorbimenti interni, delta apicali e canali laterali.

Questa particolare efficacia nella detersione del sistema dei canali radicolari pare sia dovuta all'azione "combinata" degli ultrasuoni e dell'ipoclorito di sodio e non semplicemente al fenomeno della cavitazione degli ultrasuoni stessi.^{207,208}

In conclusione, se da una parte gli ultrasuoni come strumenti per sagomare i canali sono stati abbandonati per la loro scarsa predicibilità e scarsa efficacia rispetto ai metodi tradizionali,^{209,210} dall'altra sono tutt'oggi considerati validi per attivare le soluzioni irriganti in canali già correttamente preparati (irrigazione ultrasonica passiva).^{6,9,58,211-213}

Una volta infatti sviluppata la conicità e ottenuto il calibro finale della porzione apicale, in accordo con il primo obiettivo meccanico della sagomatura (come verrà dettagliatamente descritto in seguito), i canali radicolari diventano degli ottimi candidati per l'attivazione ultrasonica degli irriganti.

Il termine "passiva" si riferisce al fatto che la lima o lo strumento liscio attivato dagli ultrasuoni non esercitano azione di taglio contro le pareti canalari.

L'attivazione passiva della lima implica che lo strumento non tocchi le superfici del canale per sfruttare al meglio i fenomeni fisici precedentemente descritti: corrente acu-

stica, cavitazione, innalzamento della temperatura. Archer et al.²¹¹ nel 1992 hanno dimostrato che l'uso di una lima attivata dagli ultrasuoni e introdotta passivamente nel canale per 3 minuti dopo la strumentazione manuale determinava un notevole aumento del grado di detersione del sistema canalare rispetto alla sola strumentazione canalare.

L'attivazione ultrasonica dell'irrigante può essere intermittente o continua. La Dentsply Sirona ha recentemente introdotto lo strumento ProUltra® PiezoFlow per irrigare e attivare la soluzione contemporaneamente. L'apparecchio consiste essenzialmente in un ago attivato ultrasonicamente e collegato a una riserva di ipoclorito. Questo sistema di irrigazione ultrasonica continua consente di portare in continuo l'irrigante e al tempo stesso di attivarlo; diversamente dall'irrigazione ultrasonica passiva, non richiede il rifornimento intermittente dell'irrigante tra le varie attivazioni delle lime.

Mettendo insieme tutte queste informazioni, possiamo quantificare il tempo necessario per la detersione di un canale in circa 30 minuti. Ovviamente questo è un tempo medio e dovranno essere prese in considerazione alcune varianti. Infatti, in accordo con quanto descritto da Gordon et al.¹² i canali che presentano istmi o ramificazioni richiedono più tempo per essere completamente svuotati del loro contenuto da parte dell'ipoclorito di sodio. In questi casi infatti l'irrigante esercita la sua azione su una superficie estremamente piccola di tessuto (si pensi

all'istmo che unisce i canali mesiali di un molare inferiore o superiore) che tra l'altro è situata molto in profondità.

IRRIGAZIONE ATTIVATA DA VIBRAZIONI SUB-SONICHE

L'efficacia dell'uso dell'energia sub-sonica per la detersione e la disinfezione dei canali radicolari è stata dimostrata per primo da Jensen et al.²¹³ nel 1999.

Lo strumento oggi commercialmente disponibile è l'Endo Activator® (Dentsply Sirona, USA).²¹⁴ La letteratura endodontica ha dimostrato chiaramente che in canali correttamente sagomati l'attivazione dei fluidi gioca un ruolo strategico nella detersione e disinfezione di tutti gli aspetti del sistema dei canali radicolari, compresi i canali laterali, istmi, anastomosi ecc.²¹⁵⁻²¹⁷ Questa nuova tecnologia presenta dei vantaggi rispetto ai metodi tradizionali e garantisce un metodo più sicuro, migliore e più rapido per avere successo nella detersione tridimensionale e nella eliminazione del fango dentinale e del biofilm.

Questo sistema utilizza delle punte fatte con un polimero, robuste, sicure, altamente flessibili, non taglienti, montate su un manipolo subsonico di facile utilizzo studiato per attivare rapidamente e vigorosamente i vari irriganti intracanalari e produrre il "fenomeno idrodinamico", ovvero la efficace attivazione dei fluidi intracanalari (📷 16.40).^{218,219} Lo scopo dell'attivazione dei

fluidi consiste nel generare in tutta sicurezza il fenomeno di "cavitazione", *acoustic streaming* e *microstreaming* all'interno di qualsiasi soluzione intracanalare. Il polimero può vibrare a 2000, 6000 e 10.000 cicli al minuto. Questa ultima vibrazione è stata dimostrata da recenti ricerche essere la velocità raccomandata per ottenere la completa eliminazione del fango dentinale e del biofilm.^{220,221} Le altre velocità minori possono essere selezionate per altre diverse applicazioni cliniche e a seconda della potenza richiesta per ottenere un certo risultato. Le punte sono disponibili in tre diversi colori, giallo, rosso e blue, corrispondenti rispettivamente alle misure piccola, media e grande. Queste punte sono costruite con un polimero per uso medico, sono robuste e flessibili e hanno una lunghezza di 22 mm. Importante notare come queste punte non tagliano la dentina e come tali non causano gradini, trasporti apicali, o perforazioni canalari. Una volta completata la preparazione canalare, viene scelta la punta che possa entrare arrivando a 2 mm dalla lunghezza di lavoro senza toccare le pareti canalari. Per aumentare la dinamica dell'irrigazione, la punta deve essere libera di muoversi all'interno del canale.²¹⁷ Mentre vibra, la punta deve potersi muovere su e giù nel canale con brevi escursioni di circa 2-3 mm per ottenere un potente e sorprendente fenomeno idrodinamico.^{220,222}

Durante le procedure di detersione, le soluzioni intracanalari devono essere agitate per 30-60 secondi, successivamente si irriga di nuovo e si aspira dall'interno del



📷 16.40 a) Manipolo dell'Endo Activator® (Dentsply Sirona, USA) per attivare con energia sonora le soluzioni irriganti. b) L'attivazione sonora produce molte bolle e muove in totale sicurezza le soluzioni irriganti all'interno del sistema dei canali radicolari (per gentile concessione del dott. Ruddle, USA).

canale per rimuovere i detriti in sospensione. Questo procedimento deve essere ripetuto per ogni irrigante intracanalare e per ogni canale fino a che non si vede la soluzione presente in camera pulpare pulita e trasparente. Le punte generano delle onde all'interno dei canali che creano pressione negativa e bolle instabili che si muovono all'interno di ogni soluzione. Queste bolle espandendosi diventano instabili e quindi collassano per un fenomeno di implosione. Ogni implosione genera delle onde shock che si dissipano 25.000-30.000 volte al secondo.²²³ Queste onde shock servono a penetrare potentemente in profondità, eliminare i biofilm batterici e rendere pulite le superfici canalari. Altri studi hanno dimostrato che l'idrodinamica dei fluidi è l'unico meccanismo capace di pulire le superfici canalari e l'intero sistema dei canali radicolari.^{218,222}

In un recente articolo Desai e Himel²²⁴ hanno mostrato solo un'estrusione di irrigante al di là del forame assolutamente minima e statisticamente insignificante se paragonata all'irrigazione manuale e ultrasonica. Quando è stata analizzata la detersione delle pareti canalari,²²⁵ gli investigatori hanno dimostrato che l'irrigazione passiva sia ultrasonica sia sub-sonica rendeva i canali radicolari significativamente più puliti rispetto alla preparazione manuale con irrigazione manuale con siringa.^{226,227}

ENERGIA ULTRASONICA VS ENERGIA SONICA

Quando si decide di scegliere un metodo per potenziare al massimo l'idrodinamica dei fluidi, è importante capire le differenze spesso non capite tra energia ultrasonica ed energia sonora.²¹⁴ È importante notare che non c'è accordo nella letteratura internazionale nel sostenere che una forma di energia sia superiore all'altra.²²⁸⁻²³¹ L'energia ultrasonica genera delle frequenze più alte rispetto a quelle generate dagli apparecchi sonici. La frequenza va intesa come l'intervallo di tempo che intercorre tra uno spostamento in un senso e nell'altro della punta che vibra durante il ciclo di vibrazione. Inoltre, è ben noto il fatto che l'energia sonora genera oscillazioni maggiori, cioè movimenti più ampi della punta che vibra, rispetto alle oscillazioni della punta che vibra con energia ultrasonica. Indipendentemente dalla sorgente di energia, viene prodotta un'onda di energia di tipo sinusoidale con una certa periodicità, che viaggia per tutta la lunghezza dello strumento. Questa onda oscillante di energia produce una amplitudine di modu-

lazione. Un grafico del movimento dell'onda dimostra una curva periodica di modulazione con picchi e valli. L'oscillazione minima dell'amplitudine può essere considerata un nodo, mentre l'oscillazione massima dell'amplitudine rappresenta un antinodo. Un altro modo per descrivere il movimento oscillante della punta che vibra consiste nel pensare al suo spostamento angolare, simile a quello del pendolo. L'energia ultrasonica genera molteplici nodi e antinodi per l'intera lunghezza della punta che vibra.²²⁹

A causa di questo meccanismo d'azione, sfortunatamente quando la punta tocca le pareti canalari preparate l'amplitudine della sua vibrazione viene smorzata.²³⁰ Si deve tenere presente che ogni punta che vibra, anche se precurvata, quasi sicuramente toccherà la dentina, dal momento che tutti i canali, anche quando ben sagomati, presentano qualche grado di curvatura. Il contatto tra una punta attivata da ultrasuoni e la dentina ha come conseguenza una diminuzione dell'amplitudine della sua oscillazione, una diminuzione del movimento della punta e una diminuzione esponenziale della velocità del flusso. A tutt'oggi, tutti gli strumenti attivabili con gli ultrasuoni sono costruiti con leghe di metallo. Alcuni strumenti da ultrasuoni, inoltre, sono attivi, hanno lame taglienti, mentre altri ancora non lo sono in quanto le loro lame sono state ridotte o eliminate. Ciononostante, la vibrazione di qualsiasi punta metallica, anche se precurvata, attorno a una curvatura canalare può causare gradini, trasporti apicali, perforazioni laterali o frattura degli strumenti stessi. Sappiamo che anche un canale ben sagomato rappresenta un volume conico relativamente piccolo.

Ciò significa che esiste uno spazio limitato o comunque insufficiente per garantire un efficace movimento oscillante alla punta che vibra. Ricordiamo inoltre che l'energia ultrasonica produce alte frequenze, ma oscillazioni di bassa ampiezza, quando paragonata all'energia sonora. Come già detto, l'energia ultrasonica produce molti nodi e antinodi lungo l'intera punta che vibra. Questo meccanismo di azione serve a diminuire il movimento oscillante della punta quando una qualsiasi porzione dello strumento, anche se precurvato, tocca la dentina. Al contrario, l'energia sonora produce un solo nodo e antinodo lungo l'intera lunghezza della punta che vibra.²²⁹ Pertanto, l'amplitudine della oscillazione e il risultante movimento della punta in pratica non sono influenzati dal contatto con le pareti dentinali.²³² In ultima analisi, sia che la scelta cada sull'e-

nergia ultrasonica sia su quella sonora, la fonte di energia scelta deve garantire un metodo sicuro, efficace e di facile utilizzo per generare una potente agitazione idrodinamica di qualsiasi soluzione intracanalare.²¹⁴

NUOVE SOLUZIONI IRRIGANTI

Recentemente i ricercatori si sono impegnati a sperimentare nuove soluzioni irriganti in alternativa all'NaClO e all'EDTA.

Hata et al.²³³ nel 1996 hanno proposto come irrigante canalare l'uso dell'*oxidative potential water*, sostanza largamente usata in Giappone per uso domestico e in apicoltura per la sua proprietà battericida e la scarsa tossicità. Questo irrigante si è dimostrato efficace come l'EDTA al 15% o 17% nel rimuovere il fango dentinale.^{233,234}

Recentemente è stato proposto un nuovo irrigante chiamato MTAD.²³⁵ Questa soluzione contiene:

- tetraciclina (Doxicyclina; Sigma, USA);
- acido citrico (Citric Acid; Sigma, USA);
- detergente (Tween® 80; Sigma, USA).

La tetraciclina è un antibiotico ad ampio spettro, molto studiato e utilizzato in odontoiatria, specialmente in parodontologia. Secondo gli autori la tetraciclina viene assorbita e lentamente rilasciata dai tessuti mineralizzati del dente (dentina e cemento). Inoltre ha un'azione chelante che contribuisce alla rimozione dello *smear layer*.

Quest'ultima azione è particolarmente esercitata dall'acido citrico, che libera i tubuli dentinali dai tappi di fango dentinale, favorendo così l'ingresso delle molecole di antibiotico al loro interno. Infine il detergente (tensioattivo) ha la funzione di ridurre la tensione superficiale aumentando così la capacità di penetrazione dell'irrigante all'interno dei tubuli.

Dopo il lavoro originale che proponeva l'irrigante MTAD, sono seguite altre pubblicazioni da parte del medesimo gruppo di ricercatori che hanno descritto altre proprietà dell'irrigante:

- rimuove completamente lo *smear layer* senza alterare significativamente la struttura dentinale;²³⁶
- solubilizza i componenti organici dei residui pulpari e le componenti inorganiche della dentina;²³⁷

- ha efficace azione antibatterica, anche contro *Enterococcus faecalis*;²³⁸⁻²⁴⁰
- è meno tossico dell'eugenolo, della pasta di idrossido di calcio e di altre sostanze comunemente usate in odontoiatria;²⁴¹
- non altera le proprietà fisiche della dentina;²⁴²
- condiziona la superficie dentinale predisponendola alla successiva fase adesiva;²⁴³
- riduce l'infiltrazione coronale nei denti otturati con guttaperca.²⁴⁴

Attualmente possiamo comunque affermare che l'NaClO e l'EDTA rimangono ancora gli irriganti di elezione per la detersione del sistema dei canali radicolari.

TECNICA OPERATIVA

Dopo l'apertura della camera pulpare e dopo aver rimosso, se presente, la polpa camerale, si deterge la cavità mediante irrigazione con NaClO. Se è presente un'emorragia pulpare, questa può essere arrestata mediante H₂O₂ ad alta concentrazione (90 volumi), neutralizzata poi con copiosa irrigazione di soluzione fisiologica.

A questo punto, in caso di polpa vitale, si riempie la camera pulpare con il chelante in crema. Si introduce quindi gentilmente una lima precurvata nel canale e questa porterà con sé il chelante all'interno del canale per un fenomeno di tensione superficiale. Il chelante d'altra parte aiuterà lo strumento a scivolare e farsi strada tra le eventuali calcificazioni presenti o tra i frustoli di tessuto fibroso. Nei canali più stretti e estremamente importante un uso precoce dei chelanti, in quanto queste sospensioni emulsionano il tessuto, ammorbidiscono la dentina, riducono il rischio di creare degli intasamenti e mantengono i frustoli in sospensione, per essere poi rimossi dal canale.⁶

Ricordiamo inoltre che nei denti vitali l'uso del chelante in crema impedisce la formazione precoce di tappi di collagene, che potrebbero verificarsi dopo l'introduzione dei primi strumenti nel tessuto pulpare, compromettendo così fin dall'inizio il risultato finale della terapia. Il collagene è infatti il maggior costituente del tessuto pulpare vitale ed esso potrebbe essere inavvertitamente compattato in una massa collosa che potrebbe intasare irrimediabilmente il canale radicolare.

Dopo l'iniziale fase manuale segue l'uso di strumenti rotanti in NiTi. Questi producono molti detriti, che dovranno essere rimossi con un'abbondante irrigazione di NaClO. Il contatto tra l'ipoclorito e il chelante cremoso provoca la liberazione di ossigeno nascente che uccide i batteri anaerobi e, con l'effervescenza che ne deriva, facilita la rimozione della limatura dentinale.⁷ I detriti restano quindi in sospensione, evitando la formazione di eccessivo fango dentinale e conseguentemente la formazione di tappi di dentina.

L'irrigante deve essere rinnovato costantemente a ogni singolo passaggio dello strumento meccanico ed è importante che la camera pulpare funzioni da vero e proprio serbatoio.²⁴⁵ Appena la strumentazione lo consente, l'irrigante deve essere introdotto direttamente nel canale.

Normalmente vengono utilizzate siringhe da 5 ml con un ago sottile da 25 a 28 G. L'ago deve essere precurvato per favorire il suo ingresso nel canale, e deve raggiungere la sua massima profondità di lavoro senza impegnarsi contro le pareti. Com'è già stato accennato precedentemente, l'irrigazione deve avvenire senza eccessiva pressione e muovendo l'ago su e giù nel canale per ridurre al minimo la pressione di fuoriuscita dell'irrigante. L'irrigante in eccesso viene contemporaneamente e costantemente aspirato. Quando si utilizza l'EndoVac™, l'irrigante viene costantemente depositato in camera pulpare per essere poi aspirato inizialmente con la macro-cannula, andando sempre più apicalmente a mano a mano che il canale viene allargato. Quando il forame apicale è del diametro 30 o 35, l'aspirazione può essere eseguita posizionando la micro-cannula esattamente alla lunghezza di lavoro.

Schilder³ raccomanda che il minimo volume di irrigante sia di 1 o 2 ml ogni volta.

Per migliorare l'efficacia dell'irrigazione a livello apicale, Buchanan²⁴⁶ suggerisce l'uso del *patency file* (lima sottile per controllare la pervietà del canale) prima di ogni irrigazione, allo scopo di prevenire la possibile organizzazione dei detriti che, sotto la pressione dell'irrigante, potrebbero compattarsi e formare dei tappi di dentina.

Per quanto riguarda i chelanti in soluzione acquosa, questi sono rappresentati da EDTA alle varie concentrazioni (EDTA 10% ed EDTA 17%, Ognalaboratori Farmaceutici, Italia; EDTA 17% Roth International, USA; EDTA 17% Natursint, Italia).

Abbiamo visto in precedenza gli innumerevoli vantaggi ottenibili se alterniamo l'NaClO e l'EDTA:^{8,10,120,149,180,196} il chelante rimuove il fango dentinale prodotto dagli strumenti, consentendo all'ipoclorito di penetrare nei tubuli dentinali rimasti pervi. La concentrazione consigliata è quella al 10% e il suo uso corretto prevede la sua alternanza all'NaClO al 5-6 % riscaldato a 50 °C.⁸⁻¹⁰

L'irrigazione per ogni soluzione deve essere copiosa per eliminare il più possibile la presenza dell'irrigante precedente. Questo è importante soprattutto quando sostituiamo l'EDTA all'NaClO, perché quest'ultimo inattiva il precedente. Gli strumenti endodontici pertanto lavoreranno alternativamente a bagno di NaClO o di EDTA.

Visto che le due soluzioni si inattivano a vicenda, per evitare che vengano a contatto tra loro, la sequenza ideale dell'alternanza è la seguente:

- iniziale lavaggio con NaClO;
- inizio strumentazione;
- dopo l'uso dello strumento, abbondante lavaggio con NaClO per rimuovere il fango dentinale in sospensione;
- aspirazione con microago collegato al sistema aspirante del riunito dell'NaClO presente in camera e nel canale;
- irrigazione con EDTA;
- nuova strumentazione;
- dopo l'uso dello strumento, abbondante lavaggio con EDTA per rimuovere il fango dentinale in sospensione;
- aspirazione con microago collegato al sistema aspirante del riunito dell'EDTA presente in camera e nel canale;
- nuova irrigazione con NaClO;
- utilizzo del successivo strumento.

L'irrigazione con l'uno o l'altro prodotto deve essere effettuata ogni due, massimo tre strumenti endodontici manuali e dopo uno, massimo due strumenti endodontici meccanici.

Al termine della sagomatura possiamo terminare la detersione con gli ultrasuoni che, agendo su una lima passiva nel canale, amplificano l'azione prima dell'EDTA e poi dell'NaClO. Useremo delle lime K sottili (di solito la # 15) montate sull'apposito manipolo da ultrasuoni.

La lima K deve essere precurvata, affinché sia completamente passiva all'interno del canale, senza che tocchi le pareti, e deve essere portata a 2 mm dal termine del canale.

Dopo aver alloggiato la lima K nel canale pieno di irrigante attiveremo gli ultrasuoni e senza impartire alcun movimento alla lima la attiviamo per il tempo desiderato: 1 minuto con EDTA 10% per rimuovere ogni traccia di fango dentinale e poi 3 minuti con NaClO 5% a 50 °C per completare al meglio la detersione e neutralizzare l'acido.

La potenza di vibrazione deve essere molto bassa, di solito il 20-25% della potenza complessiva della sorgente ultrasonica.

Come già detto in precedenza, gli stessi risultati possono essere ottenuti attivando entrambi gli irriganti con vibrazioni sub-soniche mediante l'uso dell'Endo Activator®. Da 1 a 3 minuti per ogni canale all'inizio con EDTA e successivamente con NaClO è sufficiente per vedere sempre più residui venire in sospensione nella soluzione irrigante in camera pulpare.

Abbiamo visto che, per favorire la disinfezione all'interno dei tubuli dentinali possiamo usare un tensioattivo prima dell'NaClO.^{10,247} Dopo l'irrigazione del canale con il tensioattivo è bene attendere qualche secondo, non usare alcuno strumento endodontico che possa creare fango dentinale e far seguire subito l'irrigazione con l'NaClO.

Questo per evitare che il tensioattivo, abbassando la tensione superficiale, determini una profonda penetrazione nei tubuli del fango dentinale prodotto dagli strumenti endodontici che lavorano con questo irrigante nel canale.²⁴⁸ L'uso del tensioattivo è indicato quando supponiamo una profonda infezione tubulare, come nel caso di denti con polpa necrotica e con la camera pulpare comunicante con la cavità orale o nei ritrattamenti, dopo che il canale è già stato preparato.

Come è già stato accennato in precedenza, la detersione non deve durare solo il tempo necessario per sagomare il canale radicolare, specialmente ora che i nuovi strumenti meccanici in NiTi hanno ridotto notevolmente il tempo richiesto alla strumentazione. Questo infatti risulta spesso insufficiente per realizzare una completa detersione del sistema canalare.

La chiave del successo della terapia è rappresentata da:

- corretta sagomatura;
- tempo sufficiente affinché gli irriganti svolgano al meglio la loro azione battericida e di dissoluzione del tessuto pulpare.

Schema riassuntivo

- Preparazione manuale iniziale (polpa vitale) con chelante in crema
- Strumenti rotanti o reciprocanti in NiTi a bagno di NaClO 5-6 % a 50 °C ed EDTA 10% (alternati e rinnovati ogni due o tre strumenti)
- Lavaggio finale con ultrasuoni: 1 minuto EDTA 10%, 3 minuti NaClO 5-6 % a 50 °C
- Ricordiamo che il lavaggio finale deve essere sempre fatto con NaClO

Abbiamo già visto come possiamo quantificare in circa 30 minuti il tempo necessario all'NaClO affinché compia la sua azione, purché si usi una concentrazione al 5-6% riscaldata a 50 °C e rinnovandola costantemente.

Ricordiamo infine che il tessuto vitale richiede più tempo del necrotico per essere disciolto e che il tessuto fissato da sostanze mummificanti (devitalizzanti, cementi endodontici contenenti paraformaldeide) ne richiede ancora di più.

Nella terapia di un pluriradicolato i tempi saranno automaticamente aumentati, in quanto a mano a mano che si passa a preparare un nuovo canale, si continua a rinnovare la soluzione irrigante nei canali preparati precedentemente, che così risulteranno detersi per tempi ancora maggiori.

Sagomatura

Durante la fase di detersione, grazie all'azione delle soluzioni irriganti e degli strumenti endodontici, vengono rimossi dal sistema dei canali radicolari i frammenti di tessuto pulpare, i microrganismi con le loro tossine e tutto il materiale infetto che in esso può essere contenuto. Contemporaneamente gli strumenti danno al canale una forma tale per cui lo spazio in esso ricavato può essere poi facilmente riempito nelle sue tre dimensioni.