

Procedure cliniche per lo sbiancamento del dente trattato endodonticamente

G. Plotino, N.M. Grande, L. Buono, *S. Raeli, F. Somma

Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma - Istituto di Clinica Odontoiatrica - Direttore: prof. A. D'Addona
Cattedra di Endodonzia - Titolare: prof. F. Somma

*Libero professionista, Roma



G. Plotino

È professore a contratto di Endodonzia nel CLID presso l'Univ. Cattolica del Sacro Cuore di Roma. È tutor per l'insegnamento di Odontoiatria Conserv. III per il CLSOPD presso l'Univ. Cattolica del Sacro Cuore di Roma dove svolge attività clinica e di ricerca in campo endodontico e restaurativo.



S. Raeli

Laurea in Odont. e Prot. Dent. presso l'Univ. degli Studi di Roma "La Sapienza". Si occupa di Implantologia e odontoiatria restaurativa collaborando attivamente a programmi di ricerca con la Branemark clinic (Goteborg, Svezia). Dal 2001 è Odontoiatra consulente civile dell'Arma dei Carabinieri.



N.M. Grande

È professore a contratto di Endodonzia nel CLID presso l'Univ. Cattolica del Sacro Cuore di Roma, dove sta inoltre conseguendo il titolo di Dottore di Ricerca. Autore di varie pubblicazioni in campo Endodontico e relatore a Congressi Nazionali e Internazionali.



F. Somma

Professore Associato di ruolo sulla cattedra di Endodonzia del corso di laurea in Odontoiatria dell'Univ. Cattolica di Roma. Ha pubblicato numerosi lavori scientifici, presentando e discutendo i risultati di ricerche cliniche e sperimentali.



L. Buono

Medico Frequentatore con incarichi di tutore per il CLSOPD, presso l'Isti. di Clinica Od. dell'Univ. Cattolica del Sacro Cuore di Roma, dove svolge attività clinica e di ricerca nel Reparto di conservativa.

Obiettivo del corso di Formazione a Distanza (FAD)

Dental Cadmos inizia con questo numero la pubblicazione di quattro Dossier che compongono i contenuti di base del corso "La riabilitazione orale: dalla chirurgia all'estetica"

Responsabile Scientifico del corso: Prof. Carlo Guastamacchia

Docente a contratto presso la Clinica Odontoiatrica dell'Università degli Studi di Milano e il S. Raffaele di Milano

Il corso: La riabilitazione orale comprende nel suo complesso interventi diversificati che hanno come obiettivo non soltanto il ripristino della funzione ma anche l'estetica. Il cavo orale viene visto nella sua interezza mediante l'acquisizione di conoscenze e metodologie specialistiche necessarie per ottenere un risultato ottimale con particolare attenzione ai seguenti aspetti: tecniche e complicanze relative alla chirurgia orale e all'implantologia, estetica del dente trattato endodonticamente, prevenzione e cura delle mucose orali.

■ Conoscenze di base

1. Fisiopatologia dei tessuti dentali
2. Principi di terapia endodontica
3. Materiali dentali

■ Obiettivi

1. Analizzare le diverse cause di discolorazione dentale intrinseche ed estrinseche al fine di impostare un corretto trattamento.
2. Descrivere i vari agenti sbiancanti e le diverse procedure cliniche per lo sbiancamento dei denti trattati endodonticamente.
3. Evidenziare complicanze, controindicazioni e rischi correlati alle diverse tecniche di sbiancamento.

■ Punti chiave

1. Una corretta diagnosi delle cause di discoloramento dentale è di fondamentale importanza per la prognosi del trattamento successivo.
2. Le discolorazioni dentali sono divise secondo la localizzazione e l'eziologia in estrinseche e intrinseche, a loro volta suddivise in sistemiche e locali.
3. Al contrario delle discolorazioni estrinseche, localizzate sulla superficie del dente e di più facile risoluzione, le discolorazioni intrinseche sono dovute all'incorporazione di materiali cromogeni all'interno dello smalto e della dentina durante l'odontogenesi o dopo l'eruzione.
4. Tra le cause di discoloramento intrinseco locale si trovano la necrosi pulpare, l'emorragia intrapulpale, residui di tessuto pulpare dopo te-

rapia endodontica o di materiali endodontici, materiali da restauro coronale, riassorbimenti radicolari e l'invecchiamento.

5. Gli agenti chimici più noti utilizzati nello sbiancamento dei denti trattati endodonticamente sono il perossido di idrogeno, il perossido di carbammide e il perborato di sodio.
6. Lo sbiancamento del dente trattato endodonticamente che ha subito alterazioni cromatiche rappresenta una metodica terapeutica conservativa alternativa a soluzioni più invasive come la protesizzazione con corone complete o faccette; la "walking bleach" è una delle tecniche attualmente descritte come efficaci.
7. Un riempimento canalare mal eseguito va sostituito prima di effettuare lo sbiancamento; anche restauri coronali deficitari vanno identificati e rimossi prima della terapia e tutto il tessuto carioso eventualmente presente deve essere eliminato accuratamente.
8. Anche se molti studi riportano risultati iniziali ottimali dopo terapia sbiancante, altri dimostrano uno scadimento dell'effetto sbiancante; l'opinione dei pazienti sull'esito della terapia è spesso molto più positiva di quella espressa dal dentista.
9. Fra i possibili effetti negativi a livello locale vi sono quelli esercitati sui tessuti duri e molli del cavo orale, l'ipersensibilità dentinale in caso di denti vitali, interazioni sui meccanismi dell'adesione, il rischio di insorgenza di riassorbimenti radicolari, la microinfiltrazione e il cambiamento di colore dei compositi e la solubilità dei materiali dentari.

Svolgimento del corso e crediti ECM

Il corso "La riabilitazione orale: dalla chirurgia all'estetica", realizzato da Elsevier Srl ed accreditato per la formazione presso la Regione Lombardia (provider Elsevier Masson srl n. RL0141, decreto D.G. Sanità n. 7258 del 04/07/2008), è suddiviso in quattro Moduli, che costituiscono le unità didattiche, il cui piano formativo consente di ottenere **10,5 crediti ECM**. Per lo svolgimento dell'intero corso è previsto un impegno di 14 ore (3,5 ore per singolo Modulo).

Ciascun Modulo presenta dei contenuti di base costituiti dal Dossier, un questionario di valutazione e un articolo di approfondimento.

Per il superamento del corso è necessario rispondere correttamente al 70% delle domande proposte (14 su 20 per ciascun Modulo).

L'erogazione dei crediti ECM è subordinata al superamento di tutti e quattro i Moduli.

Procedure cliniche per lo sbiancamento del dente trattato endodonticamente

1. Introduzione

Una corretta diagnosi delle cause del discoloramento dentale è di fondamentale importanza per la prognosi del trattamento successivo: ogni professionista dovrebbe essere a conoscenza delle basi eziopatogenetiche di queste problematiche così da poter eseguire una diagnosi corretta e mettere in atto il trattamento adeguato (160).

Il colore di un dente è determinato da una combinazione di fenomeni associati alle sue proprietà ottiche e alla sua interazione con il flusso di luce (80). Fondamentalmente il colore è influenzato dal colore della dentina (139) ed è determinato dalla combinazione di una colorazione intrinseca ed estrinseca (160): il colore intrinseco è dato dalle proprietà ottiche della dentina (rifrazione-diffrazione) e dalle proprietà di assorbimento dello smalto

e della dentina (139), il colore estrinseco è associato all'assorbimento di materiali sulla superficie smaltea e in particolare sulla pellicola di rivestimento (83).

Qualsiasi cambiamento nella struttura dello smalto, della dentina o della polpa coronale può portare a un'alterazione della percezione del colore dell'elemento interessato, sempre per le sue proprietà di trasmissione e riflessione della luce (82).

2. Cause di discoloramento dentale

Le discolorazioni dentali variano per eziologia, aspetto, localizzazione, severità ed entità (36) e sono divise in accordo alla localizzazione e all'eziologia in discolorazioni estrinseche, discolorazioni intrinseche e una combinazione di entrambe (66) (tabella I).

Riassunto

Il colore di un dente è determinato da una combinazione di fenomeni associati alle sue proprietà ottiche e alla sua interazione con il flusso di luce, perciò qualsiasi cambiamento nella struttura dello smalto, della dentina o della polpa coronale può portare a un'alterazione della percezione del colore dell'elemento interessato. Le discolorazioni dentali variano per eziologia, aspetto, localizzazione, severità ed entità, per cui una corretta diagnosi delle cause del discoloramento dentale è di fondamentale importanza per la prognosi del trattamento successivo. In questa revisione della letteratura dopo aver analizzato le diverse cause di discolorazione dentale intrinseche ed estrinseche, vengono descritti i vari agenti sbiancanti (perossido d'idrogeno, perossido di carbammide, perborato di sodio) e le diverse procedure cliniche per lo sbiancamento dei denti trattati endodonticamente, analizzando in manie-

ra dettagliata tre tecniche: la tecnica "walking bleach", quella "termocatalitica" e quella "in office". Per quanto riguarda la prognosi dello sbiancamento dei denti non vitali, nonostante la presenza di molti report clinici, vi è carenza in letteratura di studi di evidenza scientifica sull'argomento. Bisogna poi tenere sempre in considerazione le possibili complicanze e i rischi correlati alle diverse tecniche di sbiancamento, che possono presentare una serie di effetti, ancora non del tutto chiariti, sia sistemici sia locali.

Parole chiave odontoconsult.it

Discolorazione
Sbiancamento
Dente trattato endodonticamente

Abstract Clinical procedures for non-vital tooth bleaching

INTRODUCTION Any change in enamel, dentin or pulp structure can modify tooth color. Tooth discoloration may be on enamel surface or may be caused by incorporation of chromogenic material into dentin and enamel during odontogenesis or after eruption. **TECHNIQUE DESCRIPTION** A correct diagnosis is essential for the prognosis of treatment. In this literature review, the causes of tooth discoloration, the different bleaching materials - hydrogen peroxide, carbamide peroxide, sodium perborate - and their applications in endodontically treated teeth are described. In particular the following techniques are analysed.

In the "walking bleach" technique root filling should be reduced 1-2 mm below the enamel-cementum junction and sealed with glass-ionomer cement or composite resin. Sodium perborate mixed with distilled water is a suitable bleaching agent for this technique. Successful bleaching becomes apparent after one to four visits. With the thermocatalytic technique a 30 to 35% hydrogen peroxide so-

lution is put in the pulp chamber followed by heat application. The bleaching agent is left inside the tooth so it can work as in a normal "walking bleach" technique until the next visit.

The "in-office" technique consists in the external bleaching of endodontically treated teeth with a highly concentrated (15-35%) carbamide peroxide or hydrogen peroxide gel. This procedure may help when the "walking bleach" technique doesn't give satisfactory results after 3-4 visits. **PROGNOSIS AND COMPLICATION** In spite of many clinical reports, little is known about non-vital tooth prognosis. It is always important to consider possible risk and complications and the risks of bleaching techniques, that can have both local and systemic adverse effects.

Key words

Discoloration
Bleaching
Endodontically treated tooth

2.1 Cause estrinseche

Le discolorazioni dentali determinate da cause estrinseche sono localizzate sulla superficie del dente e proprio per questo motivo sono quelle di più facile risoluzione. Le cause principali di queste colorazioni dentali sono l'assunzione di particolari sostanze cromogene come vino, caffè, tè, carote, arance, liquirizia, cioccolato, tabacco, collutori o l'accumulo di placca sulle superfici dentali (66, 160).

L'attrazione chimica delle diverse sostanze alla superficie dentale gioca un ruolo fondamentale nella deposizione delle macchie sulla superficie esterna del dente. Queste forze di attrazione comprendono interazioni a largo spettro, come forze elettrostatiche e forze di van der Waals, e interazioni di spettro ridotto, come forze di idratazione, interazioni idrofobiche, forze dipolo-dipolo e legami idrogeno (129). Queste interazioni permettono agli agenti cromogeni di legarsi al dente e l'intensità del legame varia a seconda della natura della sostanza con meccanismi ancora non del tutto chiariti (108). Per esempio, l'evidenza clinica suggerisce che le macchie di caffè e tè causate dai tannini, diventano sempre più difficili da eliminare con l'età. Le discolorazioni estrinseche sono state suddivise e classificate in passato in due categorie (59): colorazioni metalliche e non metalliche. Il problema fondamentale di questa classificazione è, innanzitutto, che non spiega il meccanismo di tali discolorazioni

e non tiene conto che non tutti i metalli causano discolorazioni estrinseche. Per sopperire a queste mancanze è stata proposta una classificazione differente, basata sulla chimica delle discolorazioni dentali (108).

La metodica più utilizzata per la rimozione di discolorazioni sulla superficie dentale è attraverso l'utilizzo di agenti abrasivi (come per esempio paste per profilassi) (36) o di una combinazione di abrasivi e agenti attivi sulla superficie (come dentifrici appositi) (109), che possono prevenire l'insorgenza di discolorazioni superficiali, ma che riescono solamente a rimuovere le discolorazioni estrinseche meno tenaci (108). La rimozione soddisfacente delle macchie dipende dal tipo di discolorazione (109) e dalle interazioni chimiche che sono alla base dell'intensità delle differenti colorazioni estrinseche.

2.2 Cause intrinseche

Al contrario delle discolorazioni estrinseche che insorgono sulla superficie del dente, le discolorazioni intrinseche sono dovute all'incorporazione di materiali cromogeni all'interno dello smalto e della dentina durante l'odontogenesi o dopo l'eruzione (36).

Questo tipo di discolorazioni può essere suddiviso in due gruppi: pre-eruttive e post-eruttive (36, 108). Il tipo più comune di colorazione pre-eruttiva è la fluorosi endemica, causata da un'eccessiva

Tabella I Cause di discoloramento dentale

1. Cause estrinseche:
vino, caffè, tè, liquirizia, cioccolato, tabacco, placca, collutori (clorexidina, sanguinaria)
2. Cause intrinseche
■ Sistemiche
a) da medicinali: tetracicline
b) metaboliche: ipercalcificazione pulpare, fluorosi
c) genetiche: eritroblastosi fetale/porfiria, fibrosi cistica del pancreas, iperbilirubinemia, amelogenesi imperfetta, dentinogenesi imperfetta
■ Locali
a) Necrosi pulpare
b) Emorragia intrapulpare
c) Residui di tessuto pulpare dopo terapia endodontica
d) Residui di materiali endodontici
e) Materiali da restauro coronale
f) Riassorbimento radicolare
g) Invecchiamento

ingestione di fluoro durante lo sviluppo dei denti. Anche le discolorazioni da tetracicline sono molto frequenti durante l'odontogenesi e rappresentano il risultato dell'interazione tra l'antibiotico e i cristalli di idrossiapatite durante la fase di mineralizzazione. Malformazioni dei tessuti dentali come risultato di condizioni ereditarie, quali l'amelogenesi imperfetta e la dentinogenesi imperfetta, rappresentano ulteriori forme di discolorazioni pre-eruttive. Disordini ematologici, come l'eritroblastosi fetale/porfiria, la talassemia, l'anemia a cellule falciformi, possono causare discolorazioni di tipo pre-eruttivo per la possibile presenza di stravasamento sanguigno all'interno dei tubuli dentinali.

Eventi traumatici che influenzano la formazione dei denti possono rappresentare un'ulteriore causa di discolorazioni pre-eruttive (36), ma anche post-eruttive come nel caso di trauma dentale con emorragia pulpare, che può condurre alla penetrazione di sangue nei tubuli dentinali.

I normali processi di invecchiamento possono causare discolorazione dentale per deposizione di dentina secondaria, terziaria e calcoli pulpari (155). Alcune procedure odontoiatriche possono condurre a discolorazione dentale, come nel caso di rilascio di metalli da parte dei restauri in amalgama o incompleta otturazione della camera pulpare dopo trattamento endodontico (108).

Le discolorazioni intrinseche richiedono, per essere risolte, l'utilizzo di agenti chimici, quali il perossido di idrogeno, capace di penetrare nello smalto

e nella dentina e determinare un'azione sbiancante o solubilizzante sui cromogeni causa della discolorazione (36).

Le discolorazioni interne rappresentano l'indicazione primaria per lo sbiancamento dei denti devitalizzati (9). Le cause per motivi intrinseci locali sono le principali responsabili di decolorazione dentale in questi casi e quindi verranno analizzate nel dettaglio. In ogni caso, tra le cause intrinseche sistemiche, vi sono studi e casi clinici che testimoniano il possibile successo della tecnica "walking bleach" per la correzione di severe discolorazioni causate da tetracicline (1, 2, 5, 8, 46, 67, 93, 157). In questo caso la procedura prevede una devitalizzazione intenzionale dell'elemento per permettere l'applicazione dell'agente sbiancante in camera pulpare, come vedremo in seguito nella descrizione della tecnica. Bisogna comunque valutare correttamente il trattamento endodontico intenzionale di un dente sano, considerandone i vantaggi e gli svantaggi e valutando le possibili alternative restaurative, come le faccette estetiche.

3. Discoloramento intrinseco locale

Necrosi pulpare

Un'irritazione pulpare di origine batterica, meccanica o chimica può condurre a una necrosi tissutale e conseguente rilascio di prodotti di degrada-

zione proteici che possono penetrare nei tubuli dentinali e provocare discolorimento del tessuto dentale (13). L'entità del grado di alterazione cromatica dei tessuti è direttamente correlato al tempo in cui questi sono rimasti a contatto con la polpa necrotica: più a lungo i prodotti che causano discoloramento rimangono in contatto con la camera pulpare, maggiore sarà il grado di pigmentazione. Questi casi di discoloramento possono essere generalmente trattati con uno sbiancamento intracoronale.

Emorragia intrapulpale

La diffusione di componenti del sangue nei tubuli dentinali causata dalla estirpazione della polpa o da un sanguinamento pulpare interno indotto da trauma è una delle possibili cause di discolorazione dei denti non vitali (9, 57). Inizialmente può essere evidenziato un temporaneo cambiamento di colore della corona verso il rosa. La conseguente emolisi delle cellule rosse del sangue porterebbe alla combinazione dei prodotti di degradazione sanguigna come l'emossiderina, l'ematina, l'emina e l'ematoidina, con i tessuti pulpari in disfacimento con conseguente formazione e rilascio di ferro (61, 160). Il ferro può essere convertito dai solfati di idrogeno prodotti dai batteri in solfati di ferro dal colore scuro che possono causare una colorazione grigiastra del dente. Questi prodotti possono scorrere nei tubuli dentinali e determinare lo scolorimento della dentina circostante. Nel 1943 Grosman (60) affermò che l'entità del discoloramento veniva determinata dal grado di penetrazione di questi sottoprodotti all'interno dei tubuli dentinali, ma c'era scarsa evidenza scientifica in questa ipotesi (160). Studi *in vitro* hanno dimostrato che la causa principale di scolorimento di denti traumatizzati non infetti è rappresentata dall'accumulo di molecole di emoglobina o di altre molecole ematiche (101). In assenza di infezione, infatti, il rilascio di ferro dall'anello protoporfirinic è poco probabile per l'assenza delle reazioni causate dai prodotti batterici. Queste più ampie conoscenze sulla natura delle colorazioni dentali susseguenti a trauma potranno però assumere importanza solo se sarà possibile produrre agenti sbiancanti con una attività specifica su questi fattori.

Se l'insulto traumatico determina una necrosi pulpare, la decolorazione tende a divenire in genere più severa col tempo. Se, al contrario, l'evento traumatico non conduce a necrosi pulpare, la discolorazione può essere reversibile, con il ritorno

dell'elemento al suo colore originale (160). È stato infatti riscontrato, anche se in maniera casuale, che la tinta tendente al rosa riscontrata in seguito a un trauma, può scomparire in 2 o 3 mesi se il dente si rivascolarizza (7). Anche in questo caso, l'entità della discolorazione dentale è in relazione con il tempo di permanenza dello stimolo che la causa.

Le metodiche di sbiancamento intracoronale sono di grande efficacia nei casi in cui si manifesta la necrosi pulpare.

Residui di tessuto pulpare dopo terapia endodontica

Gli stessi eventi che caratterizzano l'emorragia intrapulpale possono essere determinati anche dalle manovre di estirpazione della polpa che, se non riescono a eliminare tutto il tessuto lasciando alcuni residui, possono essere caratterizzati da disseminazione di prodotti sanguigni all'interno dei tubuli. Questo può rappresentare un'altra causa di discolorazione dentale. Se la cavità d'accesso endodontica non viene preparata in maniera accurata, del tessuto pulpare può essere lasciato all'interno della camera pulpare e in particolare a livello dei cornetti pulpari (23, 44). Questi residui tissutali continuano la loro decomposizione nel tempo e possono determinare discoloramento della corona dentale.

Anche in questo caso, un corretto sbiancamento intracoronale ha generalmente successo nel risolvere il discoloramento, dopo aver ovviamente eliminato il tessuto pulpare coronale residuo.

Residui di materiali endodontici

La colorazione della corona dei denti trattati endodonticamente può essere causata anche dalla permanenza in camera pulpare di residui dei materiali da otturazione canalare (38, 151-154) o da medicazioni contenenti tetracicline (88).

Questa è una causa frequente di discolorazione del dente trattato endodonticamente, ma può essere facilmente prevenuta facendo attenzione a eliminare accuratamente tutti i materiali che possono residuare nella camera pulpare. Infatti, queste discolorazioni insorgono quando dei residui di materiali da otturazione o da medicazione vengono lasciati per lunghi periodi di tempo all'interno della camera pulpare in contatto diretto con la dentina, per cui le sostanze coloranti penetrano nei tubuli dentinali. Questi materiali necessitano

di rimanere in contatto con la dentina camerale per molto tempo, perché generalmente necessita di un lungo periodo di azione per determinare visibili alterazioni coronali. Sebbene non si realizzi penetrazione nella compagine smaltea, si potrà comunque verificare un apprezzabile cambiamento di colore del dente (155).

La terapia di eccellenza in questi casi è rappresentata dallo sbiancamento intracoronale, ma non sempre è possibile ottenere un risultato ottimale, dato che questo dipende dal tipo di sostanza colorante coinvolta (154): le discolorazioni causate da ioni metallici difficilmente riescono a essere rimosse dal trattamento sbiancante.

In ogni caso è di fondamentale importanza l'eliminazione di tutti i residui di materiali attraverso la pulizia meccanica delle pareti camerali con delle frese prima di iniziare le manovre di sbiancamento.

Materiali da restauro coronale

L'amalgama utilizzato come materiale da otturazione dopo aver eseguito la terapia endodontica può determinare una pigmentazione grigia della dentina dovuta ai componenti metallici di colore scuro del materiale. Questo potenziale si può notare principalmente nei casi in cui questo materiale è stato utilizzato per riempire l'accesso endodontico linguale dei denti anteriori o nei casi di otturazione dei fori ciechi di questi denti. Questi casi sono di difficile risoluzione a causa della tenacia con cui questi prodotti di ossidazione dell'amalgama si legano alle strutture dentali e spesso lo sbiancamento intracoronale residua in una recidiva precoce. In alcuni casi il cambiamento di colore del dente viene determinato unicamente dal trasparire dell'amalgama attraverso i tessuti denta-

li, senza che questo abbia pigmentato i tessuti dentali stessi, così è sufficiente sostituire il vecchio restauro con uno estetico per risolvere il problema.

In alcuni casi anche un perno metallico inserito all'interno del canale per sostenere il restauro coronale può determinare alterazioni cromatiche: direttamente per il colore scuro del perno metallico, oppure per il possibile rilascio di ioni metallici da questi perni. Non è infrequente, infatti, il riscontro di una dentina fortemente pigmentata di scuro nei casi in cui vengono smontati questi tipi di restauri.

Anche l'infiltrazione marginale di restauri in composito dell'accesso coronale può determinare una pigmentazione scura dei margini e, nel tempo, del tessuto dentale. Infatti l'apertura del sigillo marginale di questi restauri permette l'ingresso a composti chimici tra il materiale e il dente, determinando discoloramento della dentina che può essere aggravata dall'insorgenza di carie secondaria.

Riassorbimenti radicolari

Questo tipo di patologia è generalmente asintomatico, ma in alcuni casi può presentarsi inizialmente come una macchia rosa (pink spot) a livello della giunzione amelo-cementizia che può così determinare una colorazione dentale particolare (160).

Invecchiamento

Il naturale ispessimento della dentina dovuto all'apposizione dentinale durante l'invecchiamento può influenzare la trasmissione della luce del dente e risultare così in un progressivo scurimento dei denti con l'età (160).

■ Cenni storici

Lo sbiancamento dei denti trattati endodonticamente discolorati è riportato fin dalla metà del XIX secolo e una numerosa serie di sostanze sono state utilizzate da sole o in combinazione per questo scopo. Inizialmente, intorno al 1850, veniva raccomandato l'utilizzo di cloruri per lo sbiancamento di denti non vitali. In seguito, fino ai primi anni del 1900, acido ossalico e altri agenti come composti del cloro, perossido di sodio, ipoclorito di sodio o altri composti costituiti da 25% perossido di idrogeno e 75% etere (pyrozone) sono stati utilizzati per sbiancare denti non vitali che erano andati incontro a scolorimento.

Una delle prime descrizioni dell'applicazione del perossido di idrogeno è stata riportata intorno al 1885; l'utilizzo del Superoxol (perossido di idrogeno al 30%) è stato anche menzionato nello stesso periodo. Si raccomandava l'utilizzo di soluzioni riscaldate di perborato di sodio e Superoxol per pulire la cavità pulpare. Sin dai primi anni del secolo si era inoltre proposto l'utilizzo della luce, del calore o addirittura della corrente elettrica per accelerare la reazione sbiancante attivando l'agente utilizzato allo scopo.

4. Sbiancamento dei denti trattati endodonticamente

4.1 Agenti utilizzati

Gli agenti chimici più noti utilizzati nello sbiancamento dei denti trattati endodonticamente sono:

- perossido di idrogeno,
- perossido di carbammide,
- perborato di sodio.

Perossido di idrogeno

Lo sbiancamento dentale è basato sull'azione del perossido di idrogeno come agente attivo che può essere applicato direttamente o prodotto da una reazione chimica dal perossido di carbammide (24) o dal perborato di sodio (62).

I perossidi sono classificati in composti di tipo organico e di tipo inorganico; sono forti ossidanti e tutti possono essere considerati come derivati dal perossido di idrogeno (H_2O_2), per sostituzione degli atomi di idrogeno con metalli (perossidi inorganici) o con radicali organici (perossidi organici).

In particolare il perossido d'idrogeno (H_2O_2) è utilizzato in odontoiatria come materiale sbiancante in concentrazioni che variano dal 5% al 30-35%. Alle concentrazioni più elevate è una sostanza caustica e può bruciare i tessuti, qualora ne venga in contatto; libera, inoltre, radicali liberi e va maneggiato con cura, soprattutto se in grandi quantità, poiché è instabile dal punto di vista termodinamico e può esplodere se non raffreddato e conservato in un contenitore scuro. Tale sostanza, grazie al basso peso molecolare, attraversa la dentina e, dissociandosi, dà luogo alla formazione di ossigeno nascente; quest'ultimo a sua volta spezza i doppi legami dei gruppi cromofori dei composti organici e inorganici presenti nei tubuli dentinali, che non sono così più in grado di emettere colore (130, 165). L'impiego del calore o della luce come catalizzatori di questa reazione accelera la decomposizione del perossido e, di conseguenza, la diffusione dell'ossigeno.

Perossido di carbammide

Il perossido di carbammide [$CO(NH_2)_2H_2O_2$] è un composto cristallino bianco, di tipo organico; è costituito da urea e perossido di idrogeno ed è utilizzato in varie concentrazioni; in ambiente idrofilo si scinde per il 3% circa in perossido di idrogeno e per il 7% circa in urea.

Attualmente, la maggioranza dei sistemi sbiancanti esistenti sul mercato utilizza questo composto in una base addensata di glicerina in diverse concentrazioni, perché sembra essere più stabile chimicamente rispetto al perossido di idrogeno.

Perborato di sodio

Il perborato di sodio è un agente ossidante disponibile in polvere; è stabile se asciutto, mentre in presenza di acidi, aria calda o acqua si decompone liberando sodio metaborato, perossido d'idrogeno e ossigeno nascente. È un preparato molto più stabile e sicuro del perossido di idrogeno.

La scomposizione del perossido di idrogeno (H_2O_2) in ossigeno attivo viene accelerata dall'utilizzo del calore o della luce o dall'aggiunta di idrossido di sodio (29, 64). Tuttavia i prodotti sbiancanti rilasciati dal perossido di idrogeno sono chimicamente instabili e quindi devono essere utilizzati solo soluzioni appena preparate e queste devono essere conservate in un luogo scuro e fresco.

Il perborato di sodio nelle forme di mono- tri- o tetraidrato viene utilizzato come agente rilasciante perossido di idrogeno. Fin dal 1907, il perborato di sodio è stato applicato come agente ossidante e sbiancante specialmente in alcuni detergenti. L'efficacia sbiancante del perborato di sodio mono-, tri- o tetraidrato misto con acqua o con perossido di idrogeno sostanzialmente non cambia (10).

Diversi studi hanno riportato l'efficacia sbiancante del perborato di sodio se mescolato con acqua distillata o con il perossido di idrogeno a differenti concentrazioni. Rotstein et al. (124, 126) e Weiger et al. (161) non hanno riscontrato differenze significative tra l'utilizzo di perborato di sodio mescolato con perossido di idrogeno al 30-35% o mescolato con acqua distillata. In ogni caso, l'effetto sbiancante ottenuto con quest'ultima miscela può richiedere tempi più lunghi e più frequenti sostituzioni dell'agente sbiancante. La stabilità del colore ottenuto con l'utilizzo del perborato con l'acqua risulta essere paragonabile a quella ottenuta con l'utilizzo di perborato e 3 o 30% di perossido di idrogeno (10, 126). Altri studi invece sembrano dimostrare una maggiore efficacia sbiancante utilizzando perborato di sodio mescolato con perossido di idrogeno al 30% rispetto all'utilizzo dell'acqua distillata (73, 159). Inoltre, Freccia et al. (48) hanno mostrato come l'utilizzo di perborato di sodio mescolato con perossido di idrogeno al 30% sia efficace come la tecnica termocatalitica.

Altri agenti che portano alla formazione di perossido di idrogeno come il sodio percarbonato possono essere utilizzati per sbiancare denti decolorati. Soluzioni costituite da sodio percarbonato e acqua o perossido di idrogeno al 30% si sono dimostrate possedere un buon effetto sbiancante su denti che erano stati artificialmente discolorati *in vitro* con solfati del ferro (86). Tuttavia, non sono riportati studi clinici che abbiano utilizzato questo agente. Aldecoa e Mayordomo (5) hanno descritto un buon successo clinico utilizzando una mistura di perborato di sodio e perossido di carbammide al 10% in gel. Questa soluzione è stata utilizzata come riempimento intracoronale dopo una normale tecnica "walking bleach" effettuata con perborato di sodio e perossido di idrogeno e gli Autori sostengono che questa procedura possa assicurare una maggiore stabilità a lungo termine della terapia sbiancante.

4.2 Procedure cliniche

Lo sbiancamento del dente trattato endodonticamente che ha subito alterazioni cromatiche rappresenta una metodica terapeutica conservativa alternativa a soluzioni più invasive come la protesizzazione con corone complete o faccette. Inoltre, anche nel caso in cui siano previsti restauri protesici di tipo metal-free, in cui il risultato estetico finale dipende sia dalle caratteristiche di trasmissione della luce del materiale utilizzato sia dal colore base dell'elemento da restaurare, lo sbiancamento dei monconi protesici può rappresentare un valido, se non indispensabile, ausilio nell'ottenimento di un risultato ottimale.

Trattamento delle colorazioni estrinseche

Si ottiene essenzialmente mediante una seduta di igiene orale accompagnata da una pulizia delle superfici dentali con coppette per profilassi e paste più o meno abrasive.

La tecnica della microabrasione superficiale può essere efficace per la rimozione di quelle colorazioni superficiali più tenaci (32). La microabrasione dello smalto viene ormai accettata come una metodica conservativa non restaurativa per migliorare l'aspetto estetico di denti con alterazioni superficiali. Essendo una tecnica che porta all'eliminazione permanente delle porzioni esterne dello smalto, è importante un'attenta diagnosi delle situazioni in cui questa metodica possa essere realmente efficace (33).

Trattamento delle colorazioni intrinseche

Venendo, invece, ai trattamenti sbiancanti per cause intrinseche ci limiteremo solo alle tecniche relative alle cause locali, poiché esse sono le principali responsabili di decolorazione nei denti trattati endodonticamente e poiché quelle sistemiche sono di difficile se non impossibile risoluzione al di fuori di una riabilitazione protesica.

Trattamenti preliminari

È importante valutare se le discolorazioni dentali siano determinate da cause intrinseche o meno. La superficie del dente dovrebbe essere pulita accuratamente per evidenziare il grado di discolorazione estrinseca, quindi è indispensabile un'accurata igiene orale professionale prima di accingersi al trattamento. Il paziente dovrebbe essere informato che i risultati dei trattamenti sbiancanti non sono sempre predicibili e che il completo recupero del colore originario potrebbe non essere ottenibile in tutti i casi (14). Inoltre il paziente dovrebbe essere informato riguardo ai diversi passaggi del trattamento, le possibili complicazioni e l'eventualità che l'applicazione dell'agente sbiancante possa dover essere ripetuta più volte per ottenere risultati ottimali (13).

Prima di procedere al trattamento, dovrebbe essere eseguita una radiografia endorale per verificare la qualità della terapia endodontica presente. Infatti un'otturazione canalare di ottima qualità è indispensabile per prevenire il passaggio di sostanze che potrebbero essere dannose per i tessuti periapicali (14). Quindi, la necessità di effettuare un trattamento sbiancante in un elemento con una terapia endodontica incongrua, rappresenta una motivazione giustificata al ritrattamento canalare. Il materiale da otturazione canalare, inoltre, dovrebbe essere lasciato stabilizzare per qualche giorno dopo l'otturazione prima di cominciare le procedure di sbiancamento (13).

Così come un riempimento canalare mal eseguito va sostituito prima di effettuare lo sbiancamento, anche restauri coronali deficitari vanno identificati e rimossi prima della terapia e tutto il tessuto carioso eventualmente presente deve essere eliminato accuratamente. Se invece sono presenti restauri ben eseguiti ma che presentano solo alterazioni cromatiche, questi possono essere sostituiti al termine della terapia, in base al colore ottenuto con questa. Infatti è spesso impossibile predire il colore del dente che si otterrà



Fig. 1 L'isolamento del campo operatorio può essere eseguito con diga liquida in casi selezionati

con lo sbiancamento e questo rende improbo il compito di scegliere il colore giusto per sostituire questi restauri prima della terapia sbiancante. È opportuno quindi posizionare dei materiali da otturazione provvisoria per sostituire il tessuto carioso o i vecchi restauri eliminati. Generalmente è importante che il dente sia restaurato con restauri di buona qualità per assicurare la maggior efficacia possibile degli agenti sbiancanti e per impedire a questi di filtrare all'interno del cavo orale.

Tra le procedure necessarie per una corretta esecuzione della terapia sbiancante vi è l'esigenza di isolare correttamente il dente da trattare per proteggere gli altri elementi e i tessuti circostanti dall'aggressività dell'agente sbiancante. Ovviamente l'utilizzo della diga di gomma è la condizione ideale a cui si deve propendere, ma nei casi di difficile gestione si può isolare l'elemento da trattare con la diga liquida per prevenire l'insorgenza di possibili complicazioni (*fig. 1*).



Fig. 2 La cavità d'accesso è stata preparata e detersa con accortezza per rimuovere tutti i detriti organici e inorganici presenti

5. Descrizione delle tecniche

5.1 La tecnica "walking bleach" (*figg. 2-12*)

La prima descrizione della tecnica del "walking bleach" che utilizzava una mistura di perborato di sodio e acqua distillata è stata menzionata in un report da Marsh e pubblicata da Salvias (128). In questa tecnica, la soluzione sbiancante veniva lasciata in camera pulpare per qualche giorno e la cavità veniva sigillata con cemento provvisorio.

Questo concetto del posizionamento in camera pulpare del perborato di sodio e dell'acqua per qualche giorno è stato ripreso da Spasser (135) e modificato da Nutting e Poe (112), che hanno utilizzato perossido di idrogeno al 30% invece dell'acqua per aumentare l'efficacia sbiancante della mistura. L'utilizzo di un riempimento intracoronale di perborato di sodio misto ad acqua e perossido di idrogeno continua a essere utilizzato ancora oggi ed è stata descritta in più occasioni come una tecnica efficace (20, 113, 126, 131).

Preparazione della cavità pulpare

Prima della preparazione della cavità d'accesso dovrebbe essere stata posizionata la diga di gomma per proteggere i denti e i tessuti circostanti dall'agente sbiancante utilizzato. La cavità d'accesso dovrebbe essere preparata con una forma tale da esser certi di aver rimosso ogni residuo di materiale da restauro, materiale da otturazione canalare e tessuto pulpare (*fig. 3*). A questo scopo, soprattutto negli incisivi centrali superiori, ci si deve assicurare di aver compreso nell'apertura della camera pulpare anche i cornetti pulpari mesiale e distale che molto spesso



Fig. 3 Sigillo cervicale in cemento vetroionomero posto a protezione della guttaperca residua

vengono dimenticati e che possono essere causa essi stessi di scolorimento dentale, dato che possono contenere residui di tessuto pulpare necrotico.

Quindi è indicato lavare la camera pulpare con ipoclorito di sodio per ottenere una pulizia più accurata (13). In alcuni studi, viene suggerita la mordenzatura della dentina camerale con acido ortofosforico al 37% per rimuovere lo smear layer e aprire ulteriormente i tubuli dentinali. Questo potrebbe favorire la penetrazione dell'agente sbiancante in profondità nel tessuto coronale e aumentarne l'efficacia (79). Altri studi suggeriscono di pulire la camera pulpare con alcool prima di applicare la sostanza sbiancante così da deidratare la dentina e diminuire la tensione superficiale, sempre allo scopo di permettere all'agente sbiancante di penetrare più facilmente in profondità e avere un'efficacia maggiore (13). Tuttavia, alcuni studi sembrano dimostrare che la rimozione dello smear layer attraverso la mordenzatura

con acido ortofosforico al 37% non aumenti l'efficacia sbiancante sia del perborato di sodio sia di alte concentrazioni di perossido di idrogeno (26, 76). Inoltre, un pretrattamento dentinale con acido potrebbe portare a una diffusione maggiore dell'agente sbiancante nel parodonto, in quanto



Fig. 4 Fotografia preoperatoria in cui si evidenzia la severa discolorazione dell'elemento 1.1 già trattato endodonticamente



Fig. 5 Fotografia dopo la prima seduta di sbiancamento con la tecnica walking beach



Fig. 6 Fotografia dopo la seconda seduta di sbiancamento con la tecnica walking beach. Si nota il progressivo sbiancamento ottenuto dopo le diverse sedute



Fig. 7 Fotografia postoperatoria dopo 3 sedute di sbiancamento con la tecnica walking beach. Si nota il risultato ottimale ottenuto al termine del trattamento



Fig. 8 Fotografia preoperatoria in cui si evidenzia la discolorazione dell'elemento 1.1 necrotico per un progressivo trauma

questi agenti sono capaci di penetrare facilmente nella dentina (52). Quindi l'attuale orientamento sembrerebbe essere quello che non sia necessario rimuovere lo smear layer dalla superficie dentinale della camera pulpare attraverso un trattamento di mordenzatura acida prima di effettuare lo sbiancamento.

Sigillo cervicale

La tecnica prevede che si elimini il materiale da otturazione canalare fino a 1-2 mm al di sotto della giunzione amelo-cementizia. Questa profondità di preparazione può essere controllata utilizzando una sonda parodontale millimetrata posizionata all'interno della camera pulpare e che riporti il riferimento di lunghezza preso sulla superficie esterna

del dente alla giunzione smalto-cemento. L'eliminazione del materiale da otturazione canalare fino a questo livello può essere ottenuta con frese di Gates o Largo o con frese a rosetta a gambo lungo; bisogna fare molta attenzione a pulire bene le superfici da ogni residuo di materiale che potrebbe altrimenti inficiare l'azione dell'agente sbiancante. I materiali da otturazione canalare, come detto, non hanno la capacità di sigillare lo spazio endodontico dalla possibile diffusione delle sostanze sbiancanti dalla camera pulpare al forame apicale (31, 134). Per questo motivo, è essenziale sigillare l'otturazione canalare con del cemento vetroionomerico o con del composito prima di effettuare lo sbiancamento (fig. 3). Rotstein et al. (125) hanno dimostrato che è richiesto uno spessore di 2 mm di cemento vetroionomerico per prevenire la pene-



Fig. 9 Dopo l'applicazione della diga di gomma e la rimozione del materiale da otturazione che sigillava l'accesso endodontico, la cavità d'accesso è stata preparata e detersa con accuratezza per rimuovere tutti i detriti organici e inorganici presenti



Fig. 10 Dopo il sigillo cervicale a protezione della gutta-perca residua l'agente sbiancante viene posizionato in cavità



Fig. 11 Otturazione provvisoria in materiale compomero che deve garantire un sigillo valido per prevenire l'infiltrazione marginale



Fig. 12 Fotografia postoperatoria in cui si evidenzia il sensibile miglioramento dopo sbiancamento con metodica "walking bleach" e il restauro in composito del margine incisale

trazione di una soluzione di perossido di idrogeno al 30% all'interno dei canali radicolari. Questo sigillo dovrebbe arrivare a livello dell'attacco epiteliale o della giunzione amelo-cementizia per evitare la filtrazione dell'agente sbiancante nel parodontio (136). Quindi anche l'andamento di questa barriera all'interno del canale dovrebbe rispettare l'andamento esterno della giunzione e quindi avere un andamento parabolico con dei picchi interprossimali. Infatti, una barriera dall'andamento piatto a livello della giunzione nella sua proiezione vestibolare lascerebbe un'ampia porzione di tubuli dentinali interprossimali non protetta. In conclusione, la localizzazione di questa barriera cervicale dovrebbe essere determinata con la sonda a livello dell'attacco epiteliale mesiale, distale e vestibolare del dente. Il livello intracoronale di questa barriera deve essere posizionato 1 mm più incisale rispetto al corrispondente sondaggio esterno. Con questa tecnica (136), il contorno coronale dell'attacco definisce un parametro interno per il disegno e la localizzazione della barriera. Tuttavia, l'efficacia dell'agente sbiancante sulla dentina non dovrebbe essere ostacolata da questo sigillo cervicale. Quindi, poiché l'andamento dei tubuli dentinali in quella zona è obliquo da apicale verso coronale e i tubuli che giungono esternamente a livello della giunzione amelo-cementizia hanno in realtà origine più apicalmente, se è richiesto uno sbiancamento più efficace della regione cervicale del dente è necessaria una riduzione della protezione labiale della barriera, dato che l'agente sbiancante deve giungere a quella profondità. In questo caso viene però consigliato l'utilizzo di un agente sbiancante più blando (125).

Alla luce delle nuove acquisizioni nel campo dei materiali da otturazione canalare adesivi (18) che sfruttano l'adesione tra cemento canalare e pareti dentinali e tra materiale da otturazione e cemento al fine di ottenere un monoblocco con elevate capacità di sigillo (133), questo orientamento potrebbe essere rivisto. La possibilità di ottenere un valido e immediato sigillo coronale direttamente con l'otturazione canalare eliminerebbe questa fase del trattamento. Tuttavia non sono ancora presenti in letteratura studi che ci indichino che tali materiali siano in grado di bloccare la diffusione degli agenti sbiancanti.

Applicazione dell'agente sbiancante

Il perborato di sodio (tetraidrato) mescolato con acqua distillata in proporzioni 2:1 (g mL⁻¹) è un ot-

timo agente sbiancante per questa tecnica (75, 135). In caso di severa alterazione cromatica, può essere utilizzato perossido di idrogeno al 3% al posto dell'acqua (112). L'utilizzo del perossido di idrogeno al 30% non sembra appropriato per il possibile rischio di insorgenza di riassorbimenti cervicali (49, 89). L'agente sbiancante può essere portato in cavità con uno spingiamalgama o con un plugger e dovrebbe essere cambiato ogni 3-7 giorni (*fig. 10*). Uno sbiancamento sufficiente dovrebbe cominciare ad apparire nel giro delle prime 3-4 visite e il paziente dovrebbe essere istruito nel monitorare l'entità dello sbiancamento ed eventualmente presentarsi a risultato soddisfacente per evitare "overbleaching" (13).

Otturazione provvisoria

Prima dell'applicazione dell'agente sbiancante i margini di smalto della cavità dovrebbero essere mordenzati con acido ortofosforico al 37% per permettere un'otturazione provvisoria adesiva. Infatti la tecnica del "walking bleach" richiede un sigillo valido dell'accesso, ottenibile solo attraverso compositi o compomeri, per assicurare l'efficacia sbiancante e prevenire il passaggio dell'agente sbiancante nel cavo orale (*fig. 11*). Questo difficilmente riesce a essere garantito dall'utilizzo di normali materiali da otturazione provvisoria (156). Inoltre, un buon sigillo può prevenire la ricontaminazione della dentina dai microrganismi e dalle sostanze coloranti. Spesso è complesso inserire un materiale da otturazione sull'agente sbiancante o sul pellet di cotone data la loro consistenza morbida, per tale motivo coprirli con un adesivo fotopolimerizzabile può facilitare l'applicazione del materiale da otturazione. Il materiale da otturazione in questa fase è ancorato al solo smalto della cavità d'accesso, per cui questa otturazione adesiva non assicura una stabilizzazione della struttura interna dell'elemento. A questo scopo il paziente dovrebbe essere avvisato dell'aumentato rischio di frattura che caratterizza questi elementi parzialmente svuotati (14) e aggiustamenti occlusali potrebbero essere richiesti per evitare di sovraccaricare l'elemento in situazioni disfunzionali particolarmente a rischio.

Restauro dell'accesso endodontico e radiografia postoperatoria

Dopo lo sbiancamento, la cavità d'accesso dovrebbe essere restaurata in composito che sigilla

adesivamente sullo smalto e sulla dentina (fig. 12). Questo per evitare la ricontaminazione batterica da parte di agenti pigmentanti e per aumentare la stabilità biomeccanica dell'elemento. Un restauro che sigilli efficacemente i tubuli dentinali è un prerequisito fondamentale per avere successo nella terapia sbiancante (2, 14). Alcuni Autori raccomandano di utilizzare compositi dai colori più leggeri, nel caso in cui la terapia sbiancante non sia risultata così efficace (2, 55). L'adesione dei compositi e dei cementi vetroionomeri allo smalto e alla dentina sottoposti agli agenti sbiancanti è temporaneamente limitata (40, 53, 84, 107, 137, 141, 143, 144). Viene ritenuto che residui di perossido o ossigeno sulla superficie dentale inibiscano la polimerizzazione dei materiali compositi (40, 147), mentre è meno verosimile che cambiamenti nella struttura dello smalto possano influenzare più di tanto le loro capacità (127, 147). La formazione delle interdigitazioni adesive nello smalto sbiancato è meno regolare e distinta rispetto a uno smalto non sottoposto a trattamento sbiancante (145). Questo potrebbe spiegare il fatto che cavità d'accesso di denti sbiancati restaurati con compositi mostrano occasionalmente segni di infiltrazione marginale (17). L'influenza negativa dell'ossigeno rilasciato dagli agenti sbiancanti a base di perossido sulle capacità adesive dei materiali compositi potrebbe essere ridotta creando un leggero bisello sui margini cavitari prima della mordenzatura acida (35) o attraverso un pretrattamento dello smalto con agenti ad azione deidratante come l'alcool e l'utilizzo di adesivi smalto-dentinali a base acetonica (16, 85). Per dissolvere i residui di perossido, la cavità può essere inoltre pulita con ipoclorito di sodio (126). Questo non deve però essere utilizzato nella seduta del restauro per le sue riconosciute proprietà limitanti l'efficacia dell'adesione alla dentina (11, 42, 106). Un contatto per almeno 7 giorni con ambiente acquoso viene raccomandato per evitare la riduzione dell'adesione dei compositi allo smalto (3, 142, 145). Un'adesione ottimale ai tessuti dentali sottoposti a sbiancamento potrebbe essere ottenuta dopo un periodo di almeno 3 settimane dal trattamento (27, 132). Durante questo periodo dovrebbe essere monitorata la stabilità cromatica del dente sbiancato e utilizzato dell'idrossido di calcio nella cavità pulpare per antagonizzare il pH acido che potrebbe instaurarsi sulla superficie cervicale radicolare dopo l'applicazione degli agenti sbiancanti (14, 87). L'idrossido di calcio utilizzato in questa fase non interferisce con le procedure ade-

sive che caratterizzano il restauro finale in materiale composito dell'accesso endodontico, a patto che questo venga accuratamente eliminato prima delle procedure adesive (39).

Dovrebbe essere eseguita una radiografia dell'elemento dopo lo sbiancamento e regolarmente nei mesi successivi per diagnosticare il più presto possibile eventuali riassorbimenti cervicali. Un controllo radiografico viene suggerito nel primo anno dopo lo sbiancamento (43).

5.2 La tecnica termocatalitica (figg. 13-16)

La tecnica termocatalitica è stata proposta per molti anni come la tecnica migliore per lo sbiancamento dei denti non vitali vista l'elevata interazione del perossido di idrogeno con il calore (21, 23, 60, 77, 79, 90, 140, 163). Nella tecnica termocatalitica il perossido di idrogeno al 30-35% viene posizionato in camera pulpare e riscaldato attraverso l'utilizzo di lampade speciali o strumenti riscaldati. Inoltre pellet di cotone impregnati con perossido di idrogeno al 30-35% sono stati spesso lasciati in camera pulpare durante la temporizzazione provvisoria (30, 98, 164).

La preparazione della cavità d'accesso, la sua detersione, l'isolamento del materiale da otturazione canalare e tutte le procedure di preparazione dell'elemento da sottoporre alla terapia sbiancante sono le medesime già descritte per la tecnica "walking bleach".

Per esaltare le capacità sbiancanti degli agenti utilizzati, è stato riscontrato che l'applicazione del calore possa determinare una reazione tale da aumentare le proprietà dei materiali a disposizione (77). Il calore può essere applicato semplicemente scaldando su una fiamma un otturatore a palla portandolo in cavità ad attivare la soluzione sbiancante oppure possono essere utilizzate altre fonti di calore come il Touch 'n Heat o il System B. L'applicazione del calore viene ripetuta 3 o 4 volte a seduta inserendo ogni volta in cavità dell'agente sbiancante "fresco". Infatti l'applicazione del calore porterà a una reazione che provoca la formazione di schiuma per liberazione dell'ossigeno contenuto nella preparazione. Al termine di ogni seduta viene lasciato all'interno del dente l'agente sbiancante che possa agire come una normale tecnica "walking bleach" tra una seduta e l'altra. Questa tecnica tuttavia è oggi sempre meno utilizzata per l'ormai consolidato maggior rischio di insorgenza di riassorbimenti radicolari esterni associati all'uso del calore (72, 100, 121).

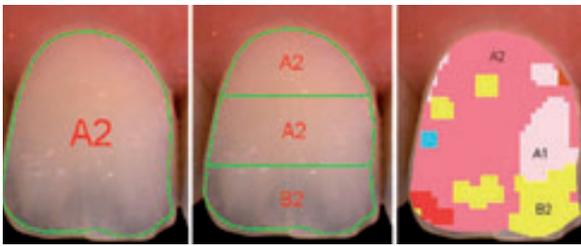


Fig. 13 Immagine preoperatoria delle mappe colorimetriche di un elemento 1.1 decolorato e già trattato endodonticamente

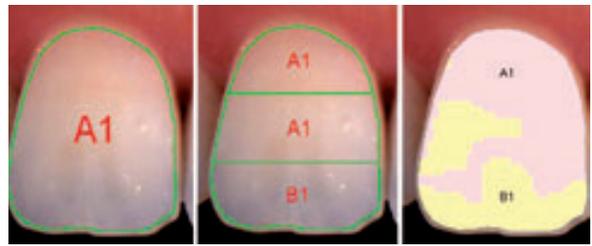


Fig. 14 Immagine postoperatoria delle mappe colorimetriche dopo sbiancamento con tecnica termocatalitica

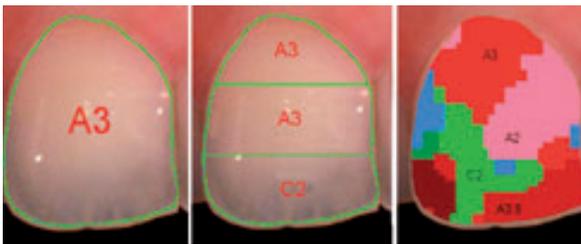


Fig. 15 Immagine preoperatoria delle mappe colorimetriche di un elemento 1.1 decolorato e già trattato endodonticamente

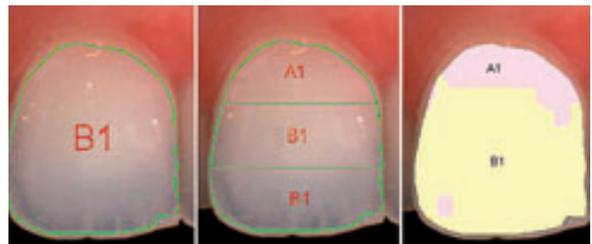


Fig. 16 Immagine postoperatoria delle mappe colorimetriche dopo sbiancamento con tecnica termocatalitica

5.3 La tecnica "in-office" (figg. 17-24)

Alcuni Autori hanno anche descritto l'efficacia dell'utilizzo clinico delle tecniche di sbiancamento esterno nei denti non vitali trattati endodonticamente con gel a base di perossido di carbamide o perossido di idrogeno a elevate concentrazioni (15-35%) (47, 119, 138). Il gel sbiancante può essere applicato attraverso mascherine sbiancanti o direttamente sull'elemento isolato attraverso diga di gomma (fig. 23) o altre metodiche in casi selezionati, senza effettuare un accesso endodontico, anche se alcuni raccomandano di aprire in ogni caso la cavità d'accesso coronale per permettere una migliore penetrazione dell'agente sbiancante all'interno della sostanza dentale (25, 97); in questo caso la preparazione dell'elemento viene eseguita con le stesse procedure precedentemente descritte per le altre tecniche. Deve essere preso in considerazione che un accesso endodontico privo di sigillo può permettere ai batteri e alle sostanze coloranti di penetrare nella dentina e che anche in otturazioni canalari correttamente eseguite può essere riscontrata infiltrazione di batteri (19). Quindi un materiale da restauro come per esempio un cemento vetroionomerico o materiale composito deve essere uti-

lizzato per sigillare l'otturazione canalare all'imbocco.

Le procedure "in office" possono essere di ausilio nei casi in cui la tecnica "walking bleach" non dia risultati soddisfacenti dopo 3-4 sedute (14).

6. Prognosi dello sbiancamento dei denti non vitali

Nonostante la presenza di molti report clinici, vi è carenza in letteratura di studi di evidenza scientifica sull'argomento (111). Molti studi riportano risultati iniziali ottimali dopo la terapia sbiancante (2, 5, 8, 23, 45, 49, 55, 75, 77, 78, 140), mentre altri dimostrano uno scadimento dell'effetto sbiancante con scurimento degli elementi in questione (51) causato presumibilmente dalla diffusione di agenti coloranti e dalla penetrazione di batteri attraverso gap marginali tra il materiale da restauro e il dente. È però da notare che l'opinione dei pazienti sull'esito della terapia è spesso molto più positiva di quella espressa dal dentista (8, 55).

Alcuni Autori hanno ipotizzato che denti che presentano discolorazioni da molti anni possano rispondere alle terapie sbiancanti in maniera meno efficace rispetto a elementi caratterizzati da deco-



Fig. 17 Fotografia preoperatoria: si nota il restauro protesico incongruo sull'elemento 1.1



Fig. 18 Alla rimozione del restauro si evidenzia una forte discolorazione del moncone

lorazioni per un periodo di tempo più breve (23, 77). Tuttavia, Howell (78) non ha confermato questa ipotesi. Inoltre non è ancora chiaro se la possibilità di una recidiva a seguito della terapia sbiancante possa essere più frequente e rapida in denti che avevano discolorazioni più severe (23, 77, 78). Discolorazioni causate da materiali da otturazione hanno una prognosi incerta (154). Alcuni ioni metallici come il mercurio, l'argento, il rame e lo iodio sono estremamente difficili da rimuovere o modificare attraverso lo sbiancamento. Brown (23) ha riportato che discolorazioni indotte da trauma o necrosi potevano essere risolte efficacemente in circa il 95% dei casi, mentre si avevano percentuali più basse in caso di denti discolorati a causa di medicazioni o restauri. Inoltre vi sono differenti opinioni sul fatto che i denti che ri-



Fig. 19 Moncone sbiancato immediatamente al termine della terza seduta



Fig. 20 Ricostruzione del moncone in materiale composito a distanza di 2 settimane; si nota il perfetto risultato ottenuto con la terapia sbiancante



Fig. 21 Restauro definitivo in ceramica integrale con cappetta pressofusa (Empress II) al termine della procedura di cementazione



Fig. 22 Fotografia preoperatoria in cui si evidenzia la discolorazione dell'elemento 1.2 trattato endodonticamente



Fig. 23 Fotografia intraoperatoria: dopo l'applicazione della diga di gomma per isolare il campo operatorio è stato effettuato uno sbiancamento esterno con perossido di idrogeno al 37% senza apertura della camera pulpare



Fig. 24 Fotografia postoperatoria in cui si evidenzia il buon risultato di integrazione estetica raggiunto

spondono più rapidamente allo sbiancamento possano avere una migliore stabilità a lungo termine (45, 75, 78). Alcuni studi riportano la possibilità che elementi decolorati di pazienti più giovani possano essere sbiancati più facilmente rispetto a quelli di denti di pazienti più anziani (28, 45, 74), probabilmente per il fatto che i tubuli dentinali di dimensioni maggiori nei denti più giovani permettono una miglior diffusione degli agenti sbiancanti. Tuttavia non tutti gli studi confermano questo effetto dell'età sull'esito della terapia sbiancante (23, 78). Denti con decolorazione interna dovuta a medicazioni intracanalari, materiali da otturazione canalare o restauri metallici come l'amalgama, sembrano avere una prognosi di successo della terapia sbiancante più bassa (23). Denti anteriori con diversi restauri interprossimali possono avere un risultato peggiore rispetto a denti con il solo accesso palatale (55). Questo potrebbe essere dovuto al fatto che i compositi ovviamente non possono essere sbiancati (104). In questi casi è indicata la sostituzione dei vecchi restauri dopo la fine del trattamento sbiancante per ottenere un risultato ottimale.

7. Complicanze, rischi e controindicazioni (tabella II)

La tecnica dello sbiancamento può presentare una serie di effetti ancora non del tutto chiariti sia sistemici (tossicità, formazione di radicali liberi ecc.) sia locali (6). Fra i possibili effetti negativi a

livello locale vi sono quelli esercitati sui tessuti duri e molli del cavo orale, la frequente insorgenza di ipersensibilità dentinale nel caso di trattamento su denti vitali, le eventuali interazioni sui meccanismi dell'adesione, il possibile rischio di insorgenza di riassorbimenti dentali, la microinfiltrazione e il cambiamento di colore dei materiali compositi, nonché la solubilità di vari tipi di materiali dentari.

Smalto e mucose

Uno dei più importanti e controversi tra gli effetti locali degli agenti sbiancanti è la possibile alterazione della struttura smaltica superficiale oltre che della dentina, in particolare la diminuzione della sua microdurezza (12). È stato ipotizzato, infatti, che i perossidi possono alterare la struttura dello smalto e della dentina (68, 71, 96, 118, 146), in quanto provocano una perdita o un'alterazione della matrice organica a opera dei radicali liberi, prodotti dalla scissione delle molecole sbiancanti e attivi contro le molecole pigmentanti (56, 68). Secondo alcuni studi, condotti peraltro nell'ambito di sbiancamento di denti vitali, questo fenomeno sembra tuttavia reversibile, in quanto la struttura smaltica superficiale tornerebbe alle condizioni iniziali grazie a una progressiva remineralizzazione provocata dalla precipitazione di sali di calcio e fosfato (12). Non risulta ancora chiaro se questo meccanismo derivi dall'esterno, essendo la saliva sovrasatura di queste sostanze, o sia un meccanismo endogeno autoindotto.

Tabella II Controindicazioni allo sbiancamento dei denti trattati endodonticamente

■ Pazienti di età inferiore ai 14 anni
■ Presenza di infiammazione gengivale
■ Presenza di carie estese
■ Presenza di restauri in amalgama sui denti anteriori (possibile colorazione grigia causata dalla reazione chimica perossido-argento)
■ Ipersensibilità dentinale (6, 165) o evidenti incrinature dello smalto che potrebbero determinare insorgenza di ipersensibilità (solo nel caso di sbiancamenti di denti vitali)
■ Struttura dentale residua talmente scarsa da richiedere un restauro protesico, fermo restando che potrebbe comunque essere indicato lo sbiancamento del moncone in caso di protesi metal-free
■ Fallimento di un primo tentativo: in questo caso lo sbiancamento del dente risulta difficile da ottenere
■ Denti che presentano trattamenti endodontici incongrui: in questo caso sarà necessario un ritrattamento prima di pensare al miglioramento estetico dell'elemento

A livello dei tessuti orali, invece, lo sbiancamento può provocare irritazioni della mucosa da parete dei perossidi, a causa della loro azione caustica e ischemizzante, fenomeno questo però completamente reversibile.

Per quanto riguarda la possibile influenza degli agenti sbiancanti sulla forza di adesione degli adesivi smalto-dentinali, questa potrebbe essere spiegata dal fatto che le eventuali modificazioni della struttura dentale indotte dai perossidi e la presenza di radicali liberi residui sulla superficie del dente possono influenzare l'intensità del legame adesivo (84, 117).

Riassorbimento radicolare

L'evenienza di un riassorbimento cervicale esterno rappresenta una seria complicanza che può insorgere dopo le procedure di sbiancamento interno (51, 99). Infatti, l'estrazione dentale è spesso inevitabile in caso di riassorbimento radicolare esterno molto severo (58, 94). Il riassorbimento cervicale della radice è un riassorbimento esterno di origine infiammatoria che può insorgere a seguito di un evento traumatico o di uno sbiancamento intracoronale (49).

Le modalità di insorgenza di riassorbimenti radicolari collegati a un precedente trattamento di sbiancamento dentale non sono ancora perfettamente chiare. Una elevata concentrazione di perossido di idrogeno associata al calore sembrerebbe promuovere questo evento (14, 49). Il riassorbimento cervicale è nella maggior parte dei casi asintomatico e viene generalmente riconosciuto solo grazie a un normale esame radiografico (150). Heithersay (69) ha constatato che in caso di riassorbimento cervi-

cale, nel 24,1% dei casi questo era causato da trattamento ortodontico, nel 15,1% da trauma, nel 5,1% da manovre chirurgiche quali il reimpianto o la chirurgia parodontale e solo il 3,9% da sbiancamento interno. Inoltre la combinazione di questo con uno degli altri fattori citati poteva essere responsabile di riassorbimento cervicale nel 13,6% dei casi. Numerosi studi dimostrano l'associazione del riassorbimento esterno con pregresse terapie di sbiancamento dell'elemento devitalizzato, anche a numerosi anni di distanza dal trattamento (2, 5, 8, 49, 65, 70, 75, 92).

Studi sperimentali su cavie animali hanno mostrato segni istologici di riassorbimento solo 3 mesi dopo lo sbiancamento (72, 121). Un mese dopo lo sbiancamento non erano stati riscontrati segni di cambiamento nella sostanza dentale. Nonostante il riassorbimento cervicale si sviluppi nella maggior parte dei casi in maniera asintomatica, qualche volta può essere riscontrato gonfiore gengivale o sensibilità alla percussione (65, 92). Denti sottoposti a terapia endodontica in seguito a un trauma più spesso mostrano segni di riassorbimento cervicale (2, 5, 8, 23, 45, 49, 55, 75, 77, 78, 140). Inoltre, studi e casi clinici indicano che l'utilizzo del calore che caratterizza la tecnica termocatalitica, la mancanza del sigillo cervicale e l'utilizzo del perossido di idrogeno al 30% sono associati più spesso con l'insorgenza di riassorbimento cervicale. In uno studio sperimentale, Madison e Walton (100) hanno dimostrato che la tecnica termocatalitica sostiene l'insorgenza di riassorbimento esterno, mentre l'utilizzo della tecnica "walking bleach" con perborato di sodio e perossido di idrogeno non causava a 1 anno riassorbimenti cervicali. Questa evenienza può essere spiegata con il fatto che il

perborato di sodio inibisce la funzione dei macrofagi che stimolano sia l'azione di riassorbimento osseo da parte degli osteoclasti sia la distruzione di dentina e cemento indotta dai processi litici da parte dei tessuti parodontali (81).

Meccanismi responsabili

I meccanismi responsabili del riassorbimento nei denti sottoposti a terapia sbiancante non sono stati ancora del tutto chiariti. È stato comunque provato che formulazioni che utilizzano perossido di idrogeno al 30% sia da solo sia in combinazione con perborato di sodio risultano più tossiche per le cellule del legamento parodontale se paragonate con sospensioni di perborato e acqua (89). Lado et al. (92) hanno ipotizzato che l'applicazione degli agenti sbiancanti conduca alla denaturazione delle proteine dentinali da parte degli agenti ossidanti e maggiormente in caso di difetti a livello della giunzione smalto-cemento. La dentina denaturata, quindi, non verrebbe più riconosciuta dall'organismo e si verrebbe a creare una reazione da corpo estraneo a opera di cellule provenienti dai tessuti parodontali circostanti (73). È stato ipotizzato che questa denaturazione possa essere causata dal calore (48, 65, 100) o dalla variazione di pH indotta dagli agenti sbiancanti (54, 87, 105).

Altri Autori hanno ipotizzato che la diffusione del perossido di idrogeno attraverso la dentina causi una irritazione del parodonto che in seguito risulterebbe in una colonizzazione batterica dei tubuli dentinali aperti (34). Questo potrebbe causare infiammazione dei tessuti adiacenti e riassorbimento esterno. Harrington e Natkin (65) sospettarono che il perossido di idrogeno diffuso nel parodonto attraverso i tubuli dentinali causi direttamente un riassorbimento infiammatorio.

È noto che il perossido di idrogeno possa diffondere attraverso la dentina (63, 115, 158), e i radicali e il basso pH di perossido di idrogeno ad alte concentrazioni possono essere considerati fattori causa di danno (49). Pazienti che sono stati sottoposti a terapia sbiancante in età giovane spesso hanno avuto riassorbimenti esterni (2, 5, 8, 49, 65, 70, 75, 92). Una possibile spiegazione potrebbe essere che il perossido di idrogeno può penetrare più facilmente nel parodonto a causa dei tubuli dentinali più aperti nei denti giovani. Una aumentata permeabilità della dentina è associata sia a una diminuzione dello spessore dentinale sia a una elevata temperatura (114). Quindi,

l'applicazione del calore porta a un'apertura dei tubuli dentinali e facilita la diffusione delle molecole attraverso la dentina (116). Questo può spiegare l'aumentato passaggio del perossido di idrogeno attraverso la dentina con un rialzo termico (123). Inoltre, l'applicazione del calore determina la formazione di radicali dal perossido di idrogeno che sono estremamente reattivi e si sono dimostrati in grado di degradare le componenti del tessuto connettivo (37). Nei denti, inoltre, che hanno subito una forte perdita di tessuto dentinale a livello della giunzione amelo-cementizia può essere utile evitare l'uso di prodotti con alte concentrazioni di agenti ossidanti e ridurre i tempi di contatto.

La diffusione di perossido di idrogeno ai tessuti cervicali viene aumentata inoltre anche dopo il pretrattamento della dentina della camera pulpare con ipoclorito di sodio al 5% (15) e può essere facilitata dalla presenza di difetti a carico dei tessuti duri a livello della regione cervicale o da particolari caratteristiche morfologiche alla regione della giunzione smalto-cemento (91, 110, 125). In accordo con Rotstein (120), la mancanza di cemento radicolare risulta in un passaggio dell'82% del perossido di idrogeno (con concentrazione del 30%) presente in camera pulpare. In ogni caso, il passaggio del perossido di idrogeno attraverso la dentina non può essere totalmente prevenuto neanche attraverso l'utilizzo di miscele di perborato di sodio con perossido di idrogeno al 30% o acqua. Però l'ammontare della diffusione di perossido è significativamente minore se viene utilizzata una miscela di perborato di sodio tetraidrato e acqua rispetto all'utilizzo di perossido di idrogeno al 30% misto con differenti perborati di sodio (162). Anche se in questi casi c'è una diffusione minore di perossido nei tessuti circostanti, deve essere assicurato in ogni caso un valido sigillo cervicale.

Possibili interventi

Le lesioni osteolitiche infiammatorie presentano un basso pH che è ottimale per il riassorbimento dei tessuti duri (102). L'idrossido di calcio ha la capacità di indurre un pH più elevato nella dentina (149). Tronstad et al. (149) hanno supposto che formazioni riparative del tessuto duro sono promosse da questo tipo di trattamento. Sono stati mostrati casi in cui il posizionamento di idrossido di calcio intracoronale può qualche volta prevenire la progressione del riassorbimento esterno (54,

105). Tuttavia, radiograficamente, è stato possibile riscontrare unicamente rigenerazione ossea del difetto e non rigenerazione dei tessuti duri dentali. Un'altra possibile terapia del riassorbimento cervicale esterno può essere l'estrusione ortodontica seguita dal restauro dell'elemento con un perno e una corona (41, 95). I riassorbimenti cervicali possono anche essere trattati con restauri diretti assicurando un accesso chirurgico al difetto (4, 50, 103).

Solubilità dei materiali

È stato ipotizzato che le manovre di sbiancamento possano aumentare la solubilità dei materiali resinosi, riducendo la forza di legame con lo smalto e di conseguenza aumentando la possibilità di infiltrazione marginale. Le manovre di sbiancamento non agiscono sui materiali sintetici, per questo è inevitabile la sostituzione di vecchie otturazioni in composito, soprattutto estetiche, che risulteranno di colore inadeguato a seguito dello sbiancamento dentale. Inoltre alcuni studi (36) hanno documentato un incremento nel rilascio di mercurio dalle otturazioni in amalgama poste a contatto con perossido di carbammide per un certo periodo di tempo.

Bisogna segnalare, inoltre, che può sopraggiungere nel tempo una recidiva dell'alterazione cromatica del dente e quindi si può rendere necessario ripetere le manovre sbiancanti per assicurare nuovamente il risultato precedentemente raggiunto.

Bibliografia

1. Abou-Rass M. The elimination of tetracycline discoloration by intentional endodontics and internal bleaching. *J Endod* 1982; 8: 101-6.
2. Abou-Rass M. Long-term prognosis of intentional endodontics and internal bleaching of tetracycline-stained teeth. *Comp Contin Edu Dent* 1998; 19: 1034-50.
3. Adibfar A, Steele A, Torneck CD et al. Leaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. *J Endod* 1992; 18: 488-91.
4. Al-Nazhan S. External root resorption after bleaching: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 607-9.
5. Aldecoa EA, Mayordomo FG. Modified internal bleaching of severe tetracycline discolorations: a 6-year clinical evaluation. *Quintessence Int* 1992; 23: 83-9.
6. Anderson DG, Chiego DJ, Glickman JR et al. A clinical assessment of the effect of 10% carbamide peroxide gel on human pulp tissue. *J Endod* 1999; 25: 247-50.
7. Andreasen FM. Transient apical breakdown and its relation to colour and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 9-19.
8. Anitua E, Zabalegui B, Gil J et al. Internal bleaching of severe tetracycline discolorations: four-year clinical evaluation. *Quintessence Int* 1990; 21: 783-8.
9. Arens D. The role of bleaching in esthetics. *Dent Clin North Am* 1989; 33: 319-36.
10. Ari H, Ungor M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. *Int Endod J* 2002; 35: 433-6.
11. Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strength of resin cements to root canal dentin. *J Endod* 2003; 29: 248-51.
12. Attin T, Kielbassa AM, Shwanenbergg M et al. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 282-6.
13. Attin T, Paque F, Ajam F et al. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 2003; 36: 313-29.
14. Baratieri LN, Ritter AV, Monteiro S Jr et al. Non-vital tooth bleaching: guidelines for the clinician. *Quintessence Int* 1995; 26: 597-8.
15. Barbosa SV, Safavi KE, Spangberg SW. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. *Int Endod J* 1994; 27: 309-12.
16. Barghi N, Godwin JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthet Dent* 1994; 6: 157-61.
17. Barkhordar RA, Kempler D, Plesh O. Effect of non-vital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 1997; 28: 341-4.
18. Barnett F, Trope M. Resilon: a novel material to replace guttapercha. *Contemp Endod* 2004; 1(2): 16-9.
19. Barthel CR, Strobach A, Briedigkeit H et al. Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings. *J Endod* 1999; 25: 731-4.
20. Boksman L, Jordan RE, Skinner DH. Non-vital bleaching internal and external. *Aust Dent J* 1983; 28: 149-52.
21. Boksman L, Jordan RE, Skinner DH. A conservative bleaching treatment for the non-vital discolored tooth. *Compend Contin Educ Dent* 1984; 5: 471-5.
22. Brininstool CL. Vapor bleaching. *Dental Cosmos* 1913; 55: 532.
23. Brown G. Factors influencing successful bleaching of the discolored root-filled tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 20: 238-44.
24. Budavari S, O'Neil MJ, Smith A et al. The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. Rahway, NJ: Merck and Co. Inc, 1989.
25. Carillo A, Trevino MVA, Haywood VB. Simultaneous bleaching of vital and an open-chamber non-vital tooth with 10% carbamide peroxide. *Quintessence Int* 1998; 29: 643-8.
26. Casey LJ, Schindler WG, Murata SM et al. The use of dental etching with endodontic bleaching procedures. *J Endod* 1989; 15: 535-8.
27. Cavalli V, Reis AF, Giannini M et al. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26: 597-602.
28. Chandra S. Bleaching of discoloured non-vital teeth. *J Indian Dent Assoc* 1967; 39: 157-61.
29. Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 46-8.
30. Cohen S. A simplified method for bleaching discolored teeth. *Dent Dig* 1968; 74: 301-3.
31. Costas FL, Wong M. Intracoronal isolating barriers: effect of location on root canal leakage and effectiveness of bleaching agents. *J Endod* 1991; 17: 365-8.
32. Croll TP. Enamel microabrasion for removal of superficial dysmineralization and decalcification defects. *J Am Dent Assn*

- soc 1990; 120: 411-5.
33. Croll TP. Enamel microabrasion: observations after 10 years. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 45S-50S.
 34. Cvek M, Lindvall AM. External root resorption following bleaching of pulpless teeth with oxygen peroxide. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 56-60.
 35. Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ Jr et al. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1991; 3: 100-2.
 36. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching - a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14: 292-304.
 37. Dahlstrom SW, Heithersay GS, Bridges TE. Hydroxyl radical activity inthermo-catalytically bleached root-filled teeth. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 119-25.
 38. Davis MC, Walton RE, Rivera EM. Sealer distribution in coronal dentin. *J Endod* 2002; 28: 464-6.
 39. Demarco FF, Freitas JM, Siva MP et al. Microleakage in endodontically treated teeth; influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. *Int Endod J* 2001; 34: 495-500.
 40. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994; 9: 33-6.
 41. Emery C. External cervical resorption: a case study using orthodontic extrusion. *Dent Up* 1996; 23: 325-8.
 42. Erdermir A, Ari H, Gungunes H et al. Effects of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod* 2004; 30: 113-6.
 43. European Society of Endodontology. Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* 1994; 27: 115-24.
 44. Faunce F. Management of discolored teeth. *Dent Clin North Am* 1983; 27: 657-70.
 45. Feiglin B. A 6-year recall study of clinically chemically bleached teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 63: 610-3.
 46. Fields JP. Intracoronal bleaching of tetracycline-stained teeth. *J Endod* 1982; 8: 512-3.
 47. Frazier KB. Nightguard bleaching to lighten a restored, non-vital discolored tooth. *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19: 810-3.
 48. Freccia WF, Peters D, Lorton L et al. An in vitro comparison of non-vital bleaching techniques in the discolored tooth. *J Endod* 1982; 8: 70-7.
 49. Friedman S, Rotstein I, Libfeld H et al. Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 23-6.
 50. Friedman S. Surgical-restorative treatment of bleaching related external root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 63-7.
 51. Friedman S. Internal bleaching: long-term outcomes and complications. *J Am Dent Assoc* 1997; 128(special issue): 51-5.
 52. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J Endod* 1989; 15: 362-4.
 53. Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M et al. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993; 18: 144-7.
 54. Gimlin DR, Schindler WG. The management of post bleaching cervical resorption. *J Endod* 1990; 16: 292-7.
 55. Glockner K, Hulla H, Ebeleseder K et al. Five-year follow-up of internal bleaching. *Braz Dent J* 1999; 10: 105-10.
 56. Goldstain RE. The changing esthetic dental practice. *J Am Dent Assoc* 1994; 125: 1447-57.
 57. Goldstein RE, Garber DA. Complete Dental Bleaching. Berlin: Quintessence, 1995.
 58. Goon WWY, Cohen S, Borer RF. External cervical root resorption following bleaching. *J Endod* 1986; 12: 414-8.
 59. Gorlin RJ, Goldman HM. Environmental pathology of the teeth. In: Thoma's oral pathology, 6th ed. St. Louis: Mosby, 1970.
 60. Grossman L. Root canal therapy. Philadelphia: Lea and Febiger, 1943.
 61. Guldener PHA, Langeland K. Endodontologie, 3rd ed. Stuttgart. NewYork: Thieme, 1993.
 62. Hagg G. General and inorganic chemistry. Stockholm: Almqvist and Wiksell Förlag AB, 1969.
 63. Hanks CT, Wataha JC, Parsell RR et al. Permeability of biological and synthetic molecules through dentine. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 475-87.
 64. Hardman PK, Moore DL, Petteway GH. Stability of hydrogen peroxide as a bleaching agent. *Gen Dent* 1985; 33: 121-2.
 65. Harrington GW, Natkin E. External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. *J Endod* 1979; 5: 344-8.
 66. Hattab FN, Qudeimat MA, al-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent* 1999; 11: 291-310.
 67. Hayashi K, Takamizu M, Momoi V et al. Bleaching teeth discolored by tetracycline therapy. *Dent Surv* 1980; 56: 17-25.
 68. Haywood VB. History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching techniques. *Quintessence Int* 1992; 23: 471-88.
 69. Heithersay GS. Invasive cervical resorption: an analysis of potential predisposing factors. *Quintessence Int* 1999; 30: 83-95.
 70. Heithersay GS, Dahlstrom SW, Marin PD. Incidence of invasive cervical resorption inbleached root-filled teeth. *Aust Dent J* 1994; 39: 82-7.
 71. Heling I, Parson A, Rotstein I. Effect of bleaching agents on dentin permeability to *Streptococcus faecalis*. *J Endod* 1995; 21: 540-2.
 72. Heller D, Skriber J, Lin LM. Effect of intracoronal bleaching on external cervical root resorption. *J Endod* 1992; 18: 145-8.
 73. Ho S, Goerig AC. An in vitro comparison of different bleaching agents in the discolored tooth. *J Endod* 1989; 15: 106-11.
 74. Hodosh M, Mirman M, Shklar G et al. A new method of bleaching discolored teeth by the use of a solid state direct heating device. *Dent Dig* 1970; 76: 344-6.
 75. Holmstrup G, Palm AM, Lambjerg-Hansen H. Bleaching of discoloured root-filled teeth. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 197-201.
 76. Horn DJ, Hicks L, Bulan-Brady J. Effect of smear layer removal on bleaching of human teeth in vitro. *J Endod* 1998; 24: 791-5.
 77. Howell RA. Bleaching discoloured root-filled teeth. *Br Dent J* 1980; 148: 159-62.
 78. Howell RA. The prognosis of bleached root-filled teeth. *Int Endod J* 1981; 14: 22-6.
 79. Hulsmann M. Endodontie. Stuttgart, New York: Georg ThiemeVerlag, 1993.
 80. Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra RV et al. Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 149-52.
 81. Jimenez-Rubio A, Segura JJ. The effect of the bleaching agent sodium perborate on macrophage adhesion in vitro: implications in external cervical root resorption. *J Endod* 1998; 24: 229-32.
 82. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32: 3-12.

83. Joiner A, Jones NM, Raven SJ. Investigation of factors influencing stain formation utilizing an in situ model. *Adv Dent Res* 1995; 9: 471-6.
84. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K et al. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil* 1996; 23: 244-50.
85. Kalili KT, Caputo AA, Yoshida K. Effect of alcohol of composite bond strength to bleached enamel. *J Dent Res* 1993; 72(special issue): 285 (abstract 1440).
86. Kaneko J, Inoue S, Kawakami S et al. Bleaching effect of sodium percarbonate on discolored pulpless teeth in vitro. *J Endod* 2000; 26: 25-8.
87. Kehoe JC. pH reversal following in vitro bleaching of pulpless teeth. *J Endod* 1987; 13: 6-9.
88. Kim ST, Abbot PV, McGinley P. The effects of Ledermix paste on discolouration of mature teeth. *Int Endod J* 2000; 33: 227-32.
89. Kinomoto Y, Carnes DL, Ebisu S. Cytotoxicity of intracanal bleaching agents on periodontal ligament cells invitro. *J Endod* 2001; 27: 574-7.
90. Kopp RS. A safe, simplified bleaching technique for pulpless teeth. *Dent Surv* 1973; 49: 42-4.
91. Koulaouzidou E, Lambrianidis T, Beltes P et al. Role of cemento enamel junction on the radicular penetration of 30% hydrogen peroxide during intracoronal bleaching in vitro. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 146-50.
92. Lado EA, Stanley HR, Weismann MI. Cervical resorption in bleached teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 78-80.
93. Lake FT, O'Dell N, Walton RE. The effect of internal bleaching on tetracycline in dentin. *J Endod* 1985; 11: 415-20.
94. Latcham NL. Postbleaching cervical resorption. *J Endod* 1986; 12: 262-4.
95. Latcham NL. Management of a patient with severe post bleaching cervical resorption. A clinical report. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 603-5.
96. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A et al. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod* 1994; 20: 61-3.
97. Liebenberg WH. Intracoronal lightening of discolored pulpless teeth: a modified walking bleach technique. *Quintessence Int* 1997; 28: 771-7.
98. Lowney JJ. Simplified technique for bleaching a discoloured tooth. *Dent Dig* 1964; 70: 446.
99. MacIsaac AM, Hoen MM. Intracoronal bleaching: concerns and considerations. *J Can Dent Assoc* 1994; 60: 57-64.
100. Madison S, Walton R. Cervical root resorption following bleaching of endodontically treated teeth. *J Endod* 1990; 16: 570-4.
101. Marin PD, Bartold PM, Heithersay GS. Tooth discoloration by blood: an in vitro histochemical study. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 132-8.
102. McCormick JE, Weine FS, Maggio JD. Tissue pH of developing periapical lesions in dogs. *J Endod* 1983; 9: 47-51.
103. Meister F, Haasch GC, Gerstein H. Treatment of external resorption by a combined endodontic-periodontic procedure. *J Endod* 1986; 12: 542-5.
104. Monaghan P, Lim E, Lautenschlager E. Effects of home bleaching preparations on composite resin color. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 575-8.
105. Montgomery S. External cervical resorption after bleaching a pulpless tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57: 203-6.
106. Morris MD, Lee KW, Kelli A et al. Effects of NaOCl and RC-Prep on bond strengths of resin cement of endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 27: 753-7.
107. Murchison DF, Charlton DG, Moore BK. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel hardness and bonding. *Oper Dent* 1992; 17: 181-5.
108. Nathoo SA. The chemistry and mechanism of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 6S-10S.
109. Nathoo SA, Gaffar A. Studies on dental stains induced by antibacterial agents and rationale approaches for bleaching dental stains. *Adv Dent Res* 1994; 9: 462-70.
110. Neuvald L, Consolaro A. Cemento-enamel junction: microscopic analysis and external cervical resorption. *J Endod* 2000; 24: 74-7.
111. Niederman R, Ferguson M, Urdaneta R. Evidence based esthetic dentistry. *J Esthet Dent* 1998; 10: 229-34.
112. Nutting EB, Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J South Californian Dent Assoc* 1963; 31: 289.
113. Nutting EB, Poe GS. Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 1967; 11: 655-62.
114. Outhwaite WC, Livingston MJ, Pashley DH. Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post extraction time on human dentine permeability. *Arch Oral Biol* 1976; 21: 599-603.
115. Pashley DH, Livingston MJ. Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentine. *Arch Oral Biol* 1978; 23: 391-5.
116. Pashley DH, Thompson SM, Stewart FP. Dentine permeability: effects of temperature on hydraulic conductance. *J Dent Res* 1983; 62: 956-9.
117. Perdiggao J, Franci C, Swift EJ Jr et al. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11: 291-301.
118. Powell LV, Bales DJ. Tooth bleaching: its effect on oral tissues. *J Am Dent Assoc* 1991; 122: 50-4.
119. Putter H, Jordan RE. The "walking bleach" technique. *J Esthet Dent* 1989; 1: 191-3.
120. Rotstein I. In vitro determination and quantification of 30% hydrogen peroxide penetration through dentin and cementum during bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 602-6.
121. Rotstein I, Friedman S, Katznelson J et al. Histological characterization of bleaching-induced external root resorption in dogs. *J Endod* 1991a; 17: 436-41.
122. Rotstein I, Torek Y, Misgav R. Effect of cementum defects on radicular penetration of 30% H₂O₂ during intracoronal bleaching. *J Endod* 1991b; 17: 230-3.
123. Rotstein I, Torek Y, Lewinstein I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Endod Dent Traumatol* 1991c; 7: 196-8.
124. Rotstein I, Zalkind M, Mor C et al. In vitro efficacy of sodiumperborate preparations used for intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *Endod Dent Traumatol* 1991d; 7: 177-80.
125. Rotstein I, Zyskind D, Lewinstein I et al. Effect of different protective base materials on hydrogen peroxide leakage during intracoronal bleaching in vitro. *J Endod* 1992b; 18: 114-7.
126. Rotstein I, Mor C, Friedman S. Prognosis of intracoronal bleaching with sodium perborate preparations in vitro: 1-year study. *J Endod* 1993; 19: 10-2.
127. Ruse ND, Smith DC, Torneck CD et al. Preliminary surface analysis of etched, bleached, and normal bovine enamel. *J Dent Res* 1990; 69: 1610-3.

128. Salvias CJ. Perborate as a bleaching agent. *J Am Dent Assoc* 1938; 25: 324.
129. Scannapieco FA, Levine MJ. Saliva and dental pellicles. In: Genco RJ, Goldman HM, Cohen WD (eds). *Contemp Periodontics*. St. Louis: CV Mosby, 1990.
130. Seghi RR, Denry I. Effect of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res* 1992; 7: 1340-4.
131. Serene TP, Snyder DE. Bleaching technique (pulpless anterior teeth). *J South Calif Dent Assoc* 1973; 41: 30-2.
132. Shinohara MS, Rodrigues A, Pimenta AF. In vitro microleakage of composite restorations after non-vital bleaching. *Quintessence Int* 2001; 32: 413-7.
133. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB et al. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 2004; 30: 342-7.
134. Smith JJ, Cunningham CJ, Montgomery S. Cervical canal leakage after internal bleaching procedures. *J Endod* 1992; 18: 476-81.
135. Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. *N Y State Dent J* 1961; 27: 332-4.
136. Steiner DR, West JD. A method to determine the location and shape of an intracoronal bleach barrier. *J Endod* 1994; 20: 304-6.
137. Swift EJ Jr, Perdigo J. Effects of bleaching on teeth and restorations. *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19: 815-20.
138. Swift EJ Jr. Treatment of a discolored, endodontically treated tooth with home bleaching and composite resin. *Pract Period Aesthet Dent* 1992; 4: 19-21.
139. Ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res* 1995; 74: 374-80.
140. Tewari A, Chawla HS. Bleaching of non-vital discoloured anterior teeth. *J Indian Dent Assoc* 1972; 44: 130-3.
141. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71: 20-4.
142. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND et al. Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod* 1993; 19: 112-5.
143. Titley KC, Torneck CD, Smith DC et al. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res* 1988b; 67: 1523-8.
144. Titley KC, Torneck CD, Smith DC et al. Adhesion of a glass ionomer cement to bleached and unbleached bovine dentin. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 132-8.
145. Titley KC, Torneck CD, Smith DC et al. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 1991; 17: 72-5.
146. Tong LS, Pang MK, Mok NY et al. The effects of etching, micro-abrasion, and bleaching on surface enamel. *J Dent Res* 1993; 72: 67-71.
147. Torneck CD, Titley KC, Smith DC et al. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endod* 1990; 16: 1123-8.
148. Torneck CD, Titley KC, Smith DC et al. Effect of water leaching on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 1991; 17: 156-60.
149. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G et al. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1981; 7: 17-21.
150. Trope M. Cervical root resorption. *J Am Dent Assoc* 1997; 128(special issue): 56-9.
151. Van der Burgt TP, Eronat C, Plaesschaert AJM. Staining patterns in teeth discolored by endodontic sealers. *J Endod* 1986a; 12: 187-91.
152. van der Burgt TP, Mullaney TP, Plaesschaert AJM. Tooth discoloration induced by endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986b; 61: 84-9.
153. van der Burgt TP, Plaesschaert AJM. Tooth discoloration induced by dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 60: 666-9.
154. van der Burgt TP, Plaesschaert AJM. Bleaching of tooth discoloration caused by endodontic sealers. *J Endod* 1986; 12: 231-4.
155. Vogel RI. Intrinsic and extrinsic discoloration of the dentition. *J Oral Med* 1975; 30: 99-104.
156. Waite RM, Carnes DL, Walker WA III. Microleakage of TERM used with sodium perborate/water and sodiumperborate/superoxol in the "walking bleach" technique. *J Endod* 1998; 24: 648-50.
157. Walton RE, O'Dell NL, Lake FT et al. Internal bleaching of tetracycline-stained teeth in dogs. *J Endod* 1983; 9: 416-20.
158. Wang J-D, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J* 1988; 21: 17-26.
159. Warren MA, Wong M, Ingram TA III. An in vitro comparison of bleaching agents on the crowns and roots of discolored teeth. *J Endod* 1990; 16: 463-7.
160. Watts A, Addy M. Tooth discoloration and staining: a review of the literature. *Br Dent J* 2001; 190: 309-16.
161. Weiger R, Kuhn A, Lost C. In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. *J Endod* 1994a; 20: 338-41.
162. Weiger R, Kuhn A, Lost C. Radicular penetration of hydrogen peroxide during intra-coronal bleaching with various forms of sodium perborate. *Int Endod J* 1994b; 27: 313-7.
163. Weine FS. *Endodontic Therapy*, 3rd ed. St. Louis Toronto London: CV Mosby, 1982.
164. Weisman MI. Efficient bleaching procedure for the pulpless tooth. *Dent Dig* 1963; 69: 347-52.
165. Zappalà C, Caprioglio D. *Discromie dentali: sistemi di sbiancamento alla poltrona e domiciliari*. Dental Cadmos 1993; 15: 13-43.

Pervenuto in redazione nel mese di dicembre 2007

Gianluca Plotino
via Eleonora Duse, 22
00197 Roma
gplotino@fastwebnet.it