



REVISIONE  
BIBLIOGRAFICA

# APPLICAZIONI E RISCHI RELATIVI ALL'USO DELL'AIR-POLISHING NELLA PRATICA CLINICA: REVISIONE DELLA LETTERATURA

APPLICATIONS AND RISKS RELATED TO THE USE AIR-POLISHING  
DEVICES IN THE CLINICAL DENTAL PRACTICE: A COMPREHENSIVE  
LITERATURE REVIEW

**Daniela Di Nurra\***  
**Ignazia Casula\*\***  
**Salvatore Sauro\*\*\***

\*Igienista Dentale, Libera professionista; tutor clinico Istituto Stomatologico Tirreno, Lido di Camaiore (Lu)  
\*\*Ricercatore MED/50, Coordinatrice Corso di laurea in Igiene Dentale,  
Department of Medical and Surgical Specialties, Dental School, University of Brescia  
\*\*\*Professore in Dental Biomaterials and Minimally Invasive Dentistry, Departamento de Odontología,  
Facultad de Ciencias de la Salud Universidad CEU-Cardenal Herrera, Valencia, Spagna  
Research Associate in Pre-Clinical Therapeutic Dentistry and Dental Biomaterials, Biomaterials, Biomimetics  
and Biophotonics (B3 Group), King's College London Dental Institute Londra, Gran Bretagna  
Research Associate in Dental Biomaterials, Dental Materials groups, University of Granada, Spagna

## RIASSUNTO

**Scopo** Lo scopo di questo lavoro consiste in una revisione della letteratura scientifica internazionale sull'uso di dispositivi a getto d'aria/acqua (air-polishing) nei trattamenti di profilassi e lucidatura dentale, nonché nei trattamenti non chirurgici parodontali (perio-polishing). La relazione tra enfisemi facciali e l'uso di tali dispositivi di air-polishing è stata anche uno degli obiettivi principali del presente studio.

**Materiali e metodi** Numerosi articoli scientifici pubblicati nel periodo compreso tra il 1945 e il 2012 sono stati selezionati dai principali database medici come Medline e Science Direct.

**Risultati** L'utilizzo di dispositivi a getto d'aria/acqua per i trattamenti di air-polishing e perio-polishing parodontali possono essere considerati un approccio clinico sicuro, vista la scarsa evidenza scientifica sui rischi per la salute di operatori dentali e pazienti. I casi di enfisemi facciali riscontrati in seguito all'utilizzo di tali dispositivi a getto d'aria/acqua sembrano essere principalmente correlati all'uso inappropriato di tali dispositivi durante l'estrazione di terzi molari o in caso di particolari trattamenti endodontici.

**Conclusioni** Questo articolo ha messo in evidenza che i trattamenti con air-polishing e perio-polishing parodontali possono essere considerati approcci terapeutici innocui e confortevoli sia per i pazienti che per gli operatori dentali se eseguiti rispettando protocolli basati sull'evidenza scientifica.

## ABSTRACT

**Aim** The purpose of this article was to provide a comprehensive review of the literature regarding the safety and clinical efficiency of dental air polishing approaches. The connection between air-polishing treatments and the risk for facial emphysema was also investigated.

**Materials and methods** For this literature review, several research and clinical scientific articles published in a period comprised between 1945 and 2012 were selected from international medical scientific databases, such as Medline and Science direct.

**Results** The use of air polishing devices in dental and non-surgical periodontal treatments (perio-polishing) results a safe approach, as there is not enough clinical and/or scientific evidences on the risks for the health of both clinicians and patients. Cervico-facial emphysema seems to be mainly related to the use of air-abrasion devices during third molars extraction or endodontic treatments rather than oral prophylaxis and perio-polishing treatments.

**Conclusion** This article has highlighted that the treatments for dental air-polishing and perio-polishing may be considered safe and comfortable therapeutic approaches when carefully performed in compliance with evidence-based protocols.

**PAROLE CHIAVE** Air-polishing; Enfisema facciale; Perio-polishing; Polveri dentali abrasive.

**KEYWORDS** Air-polishing; Dental abrasive powders; Facial emphysemas; Perio-polishing.

## INTRODUZIONE

I dispositivi a getto d'aria e particelle di ossido di alluminio furono introdotti per la prima volta in odontoiatria nel 1945 come presidio alternativo alla turbina per la preparazione di cavità dentarie (1). Esistono attualmente in commercio numerosi dispositivi a getto d'aria/acqua per eseguire preparazioni di cavità, lucidatura di superfici dentali e per l'eliminazione di discromie estrinseche in pazienti con difficoltà a mantenere un'adeguata igiene orale (2, 3).

Queste metodiche vengono anche applicate nella profilassi dentale in clinica funzionale come eccellenti presidi per la rimozione preventiva del biofilm batterico. Tali sistemi prevedono l'utilizzo di aria pressurizzata, atta ad espellere le particelle di polvere da un ugello in presenza o in assenza di acqua interagendo con la superficie del dente (4). Sebbene le procedure di air-polishing non provochino un'abrasione significativa dello smalto sano (5, 6), in particolari condizioni cliniche, in cui si ha la presenza di smalto demineralizzato, superfici radicolari e dentina esposta, sono state riportate evidenti abrasioni dopo l'utilizzo di bicarbonato di sodio e ossido di alluminio (7).

Le polveri per air-polishing a uso odontoiatrico hanno subito sostanziali modifiche in questi ultimi anni in base alle tecniche di utilizzo, la granulometria e composizione chimica; è infatti emerso da alcuni studi scientifici che l'uso inappropriato di questi dispositivi durante la pratica clinica odontoiatrica potrebbe causare problematiche a livello dell'apparato respiratorio sia negli operatori (odontoiatri e igienisti dentali) sia nei pazienti stessi (8). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di effettuare una revisione della letteratura scientifica internazionale sull'uso di dispositivi a getto d'aria/acqua (air-polishing) nei trattamenti di profilassi e lucidatura dentale, nonché nei trattamenti non chirurgici parodontali (perio-polishing). La correlazione tra enfisema facciale e l'uso di tali dispositivi di air-polishing è stata anche uno degli obiettivi principali di questo studio.

## MATERIALI E METODI

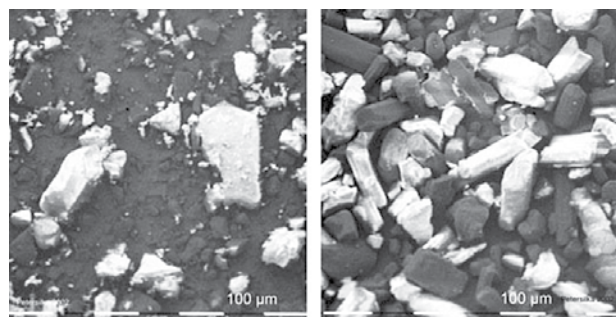
Dai principali database medici, come Medline e Science Direct, sono stati selezionati numerosi articoli scientifici pubblicati tra il 1945 e il 2012. I criteri di ricerca hanno incluso le seguenti parole chiave: air-polishing, perio-polishing, enfisema facciale, polveri dentali, profilassi dentale, odontoiatria.

Sono stati trovati più di 100 articoli e circa la metà sono stati selezionati per questo lavoro. Il criterio di inclusione degli articoli revisionati si è basato sulle proprietà e caratteristiche delle polveri utilizzate sia per la tecnica di air-polishing che per quella di perio-polishing dal 1945 ad oggi e il numero di enfisemi facciali causati dall'utilizzo di dispositivi a getto d'aria/acqua.

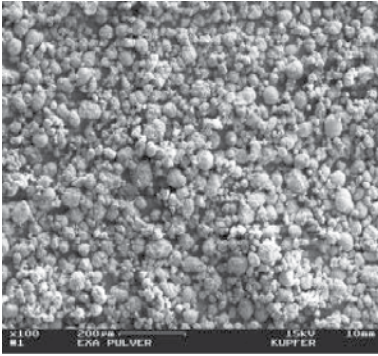
## RISULTATI E DISCUSSIONE

Caratteristiche generali delle moderne polveri per l'air-polishing.

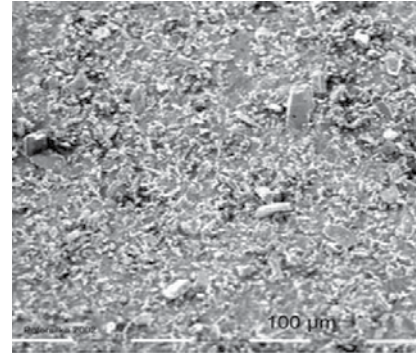
- Bicarbonato di sodio: dall'analisi della letteratura scientifica disponibile si evidenzia che il bicarbonato di sodio è un sale sodico dell'acido carbonico, che a temperatura ambiente si presenta come una polvere cristallina bianca. La capacità di reagire con gli acidi fa sì che il bicarbonato di sodio possa essere utilizzato in preparazioni farmaceutiche come un modesto antiacido. Esso viene anche utilizzato nella formulazione di dentifrici per la sua azione abrasiva sbiancante. Le polveri di bicarbonato di sodio vengono utilizzate in ambito odontoiatrico in appositi apparecchi a getto d'aria/acqua per rimuovere il biofilm batterico e le discromie estrinseche dal 1980. Le particelle di bicarbonato di sodio possono avere una granulometria di circa 250 µm e gli stessi cristalli hanno una forma casellata di tipo rettangolare e/o quadrata (Fig. 1). Il bicarbonato di sodio rimuove efficacemente il biofilm batterico sopragengivale (9) e le macchie sulla superficie dello smalto senza cambiamenti o perdita significativa di sostanza (10). Tuttavia, è importante considerare che il bicarbonato di sodio deve essere usato con cautela su dentina e cemento radicolare in caso di demineralizzazione dello smalto, poiché possono verificarsi importanti abrasioni e perdita di tessuto sano (11, 12).
- Il carbonato di calcio è il sale di calcio dell'acido carbonico e si presenta a temperatura ambiente come un solido bianco poco solubile in acqua, ma con una reazione lievemente basica. Come altri carbonati, esso subisce una decomposizione per riscaldamento o per contatto con sostanze acide liberando anidride carbonica. Il carbonato di calcio (calcarea carbonica) è tra i rimedi principali per chi soffre di malattie delle ossa, delle articolazioni e di mal di schiena. Il carbonato di calcio



**FIG. 1** Cristalli di bicarbonato di sodio (immagine da: Petersilka GJ. Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections. *Periodontology* 2000 2011;55:124-142) (19).



**FIG. 2**  
 Particelle di carbonato di calcio (immagine da: Weber LW and Seidel HJ.) (13).



**FIG. 3** Polveri di glicina (immagine da: Petersilka GJ. Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections. *Periodontology* 2000 2011; 55: 124-142) (19).

con granulometria inferiore ai 120 µm, sembra risultare meno abrasivo rispetto al bicarbonato di sodio, ma inappropriato per il debridement sottogengivale perché poco solubile in acqua. Anche la forma delle particelle del carbonato di calcio è molto importante (Fig. 2); infatti, le particelle sferiche hanno un contatto equilibrato sul dente da trattare e sono particolarmente delicate sulle zone circostanti; di conseguenza si avrà un'ottimizzazione dell'effetto pulente, minor rischio di abrasioni sulle superfici dentali trattate e una pulizia più rapida (13).

- I calcio fosfosilicati di sodio sono vetri bioattivi (in inglese *bioglasses*), un composto chimico costituito da elementi naturali come silicio, calcio, sodio e fosforo utilizzati in medicina per decenni come materiali osteoinduttivi. Il bioglass 45S5 (nome commerciale Syc) viene utilizzato per la lucidatura, remineralizzazione delle superfici dentali e per il trattamento dell'ipersensibilità dentinale. Questa particolare polvere è infatti in grado di interagire con i fluidi biologici/saliva e indurre la deposizione di idrossiapatite simile a quella del dente naturale. L'utilizzo dei bioglass nei trattamenti di air-polishing crea uno strato compatto di smear layer resistente all'attacco degli acidi capace di indurre processi di remineralizzazione dentale (14). I *bioglasses* non presentano controindicazioni dovute alla presenza di sodio e non inducono alcun bruciore o irritazione dei tessuti molli. Il contenuto di sodio (inferiore a 500 mg) risulta nettamente inferiore rispetto ai 2000/3000 mg contenuti nel bicarbonato di sodio (altamente solubile in ambiente acquoso). La maggior parte del sodio presente nel bioglass 45S5 viene mescolato con le particelle durante il processo produttivo; le particelle possono avere forma sferica oppure irregolare e la granulometria varia tra i 20 e i 50 µm. L'abrasività di questo vetro bioattivo non è stata sufficientemente studiata, ma sono stati condotti studi per dimostrarne l'efficacia nel rimuovere le macchie estrinseche superficiali e ridurre la sensi-

bilità dentale (15). Uno studio effettuato da Osorio e colleghi (16) ha comunque recentemente dimostrato che l'uso del bicarbonato di sodio e del bioglass 45S5 (Syc) utilizzati in un sistema di air-polishing non hanno indotto alterazioni significative dello smalto. La molatura del vetro bioattivo richiede inoltre meno polvere per il trattamento, il quale ha la capacità di aderire maggiormente alla superficie dentale. Tutto ciò si traduce nel fatto che si producono meno rifiuti dovuti all'overspray rispetto alle polveri di bicarbonato di sodio e di calcio, le quali risultano composte da particelle con strutture molecolari più leggere che possono produrre più facilmente overspray e/o aerosol.

- La glicina è un amminoacido, il primo ad essere isolato da Braconnot nel 1820 (17) dalla canna da zucchero. La glicina può essere anche ottenuta tramite idrolisi della colla di pesce, gelatina oppure della fibrina della seta. Grazie alle sue proprietà, la glicina viene utilizzata durante i trattamenti di igiene orale tramite dispositivi di air- e perio-polishing per rimuovere il biofilm batterico, le discromie estrinseche lievi e per la detossificazione delle tasche parodontali fino a 5 mm (18). Le polveri di glicina hanno una granulometria inferiore ai 63 µm e vengono attualmente utilizzate come alternativa al bicarbonato di sodio (Fig. 3). Queste polveri risultano adatte anche per pazienti sottoposti a diete povere di sale: ciò è importante nel caso di pazienti con ipertensione e insufficienza renale che limita il trattamento medico mediante l'uso di air-polishing con bicarbonato di sodio.

### Evidenze scientifiche sull'uso dell'air-polishing

Come abbiamo visto, i sistemi di air-polishing utilizzano un flusso abrasivo composto da acqua, aria compressa e specifiche polveri a granulometria controllata come bicarbonato di sodio, carbonato di calcio, vetri bioattivi e glicina. Questa metodica consente di rimuovere il biofilm batterico e di eliminare pigmentazioni estrinseche dentali. L'interazione tra le particelle solide delle

polveri con la superficie dentale trattata rappresenta l'evento fondamentale nei processi di "polishing" indotto dal getto di aria/acqua (19); il risultato finale è definito da una combinazione di fattori come fratture di taglio, affaticamento e durezza dei vari materiali (20). Il processo abrasivo è principalmente influenzato dalle proprietà fisico-meccaniche delle particelle selezionate per il trattamento (geometria morfologica e durezza) (21).

Maggiori sono la massa, la granulometria, la durezza e la spigolosità delle particelle, più elevato risulterà il grado di abrasività del getto di acqua e polvere. La pressione dell'aria e dell'acqua influenza anche l'efficacia della rimozione del substrato; maggiore è la pressione, più efficace e abrasivo risulterà lo strumento. La presenza di acqua durante i processi di air-polishing gioca anche un ruolo fondamentale, poiché è stato dimostrato di avere un forte impatto sulla rimozione del substrato. Un aumento del flusso di acqua porta infatti ad un aumento dell'efficacia dello strumento (22); si consiglia di rispettare rigorosamente le indicazioni delle case produttrici di polveri e sistemi per air-polishing.

Nei dispositivi di air polishing, l'acqua agisce come vettore e mezzo di accelerazione per le particelle abrasive. Se da una parte la presenza di acqua migliora la rimozione del substrato perché il suo flusso rimuove i frammenti di materiale incorporati sulle superfici trattate (23), dall'altra parte esso effettua un effetto smorzante sull'impatto delle particelle abrasive; questi fenomeni sono ancora una volta influenzati dalla forma e grandezza delle particelle abrasive (24).

La presenza di acqua causa anche un aumento dell'energia cinetica delle particelle causando l'aumento della frammentazione da impatto, che porta ad una riduzione della dimensione delle stesse e ad una possibile diminuzione della rimozione di sostanza dentale (25).

Sulla base di studi clinici, la combinazione aria, acqua e bicarbonato sembra essere meno abrasiva sullo smalto rispetto alle curette e alle coppette per profilassi (26) e detossifica le radici dei denti compromessi dal punto di vista parodontale. I sistemi di air-polishing vengono spesso utilizzati in ortodonzia prima dell'applicazione di bande e bracket, durante la terapia (terapia delicata) e a fine trattamento nella fase di rimozione (air-abrasion – trattamento incisivo). Questa metodica viene anche utilizzata per la rimozione e lucidatura dei cementi compositi utilizzati per la cementazione e il fissaggio di bande e bracket ortodontici. Studi scientifici hanno infatti dimostrato un migliore rapporto efficienza/efficacia da parte del sistema di lucidatura di air-polishing in pazienti ortodontici eseguita con bicarbonato di sodio rispetto a coppette per profilassi utilizzate con pomice (27).

L'air-polishing viene spesso utilizzato in pedodonzia per il condizionamento delle cavità e fessure occlusali prima di effettuare le sigillature; viene inoltre consigliato per il pretrattamento della superficie dentale prima della mordenzatura.

Fino a qualche anno fa l'uso dell'air-polishing era sconsigliato su dentina e biomateriali estetici, oggi invece alcuni autori hanno dimostrato che è possibile eseguire tali trattamenti utilizzando polveri di nuova generazione con specifiche proprietà fisiche che sembrano ridurre gli effetti abrasivi pur eliminando pigmenti e biofilm batterico (28).

La giusta regolazione del flusso della polvere, l'utilizzo di particelle di natura organica (glicina e idrossiapatite), forma e dimensione dei sali inorganici (carbonato di calcio, silice) possono contribuire ad un'efficace rimozione di pigmenti dallo smalto dentale e biofilm batterico ed endotossine dal cemento, riducendo gli effetti abrasivi del trattamento di air-polishing (29). L'utilizzo del bicarbonato nella decontaminazione delle superfici implantari è stato ampiamente studiato, evidenziando una grande efficacia nel rimuovere biofilm ed endotossine batteriche sia sugli impianti stessi che sugli abutment (30). La maggior parte della letteratura moderna indica che il bicarbonato di sodio non causa significative alterazioni agli abutment, impianti o ai suoi rivestimenti. La biocompatibilità della superficie in titanio dopo air-polishing con bicarbonato risulta inalterata, lo dimostrano molti studi che utilizzano culture di fibroblasti sugli impianti prima di essere contaminati dal biofilm batterico (31). Nei casi di perimplantiti la glicina si è dimostrata una vera e propria rivelazione, infatti l'ulteriore detossificazione della superficie degli impianti con tecnica perio-polishing garantisce in 8 casi su 10 un miglioramento dei processi di guarigione (32).

La rimozione del biofilm dal colletto delle corone è sempre stata una manovra particolarmente delicata, in quanto l'uso di strumenti come curette e scaler può arrecare danni al manufatto protesico, alterando la connessione tra l'elemento dentario e la protesi. Il colletto della protesi è il punto più delicato ed è necessario evitare graffi, rotture e crepe che possono alterarne la chiusura funzionale. Con la tecnica perio-polishing il tempo e la facilità operativa risultano eccezionalmente appropriati, senza rischiare in alcun modo d'intaccare il manufatto; inoltre anche su protesi fisse in resina acrilica o composita la glicina rende il deplaquing veloce ed efficace evitando al tempo stesso di opacizzare le superfici. Alcuni studi hanno evidenziato la diversità delle superfici trattate con l'uso di curette, strumenti ultrasonici e sistema di air-polishing (33).

Gli strumenti manuali hanno reso la superficie della radice liscia, gli ultrasuoni hanno prodotto una superficie caratterizzata da solchi irregolari, mentre il sistema air-polishing ha prodotto una superficie radicolare paragonabile a quella ottenuta con strumenti manuali, rimuovendo il cemento in zone di difficile accesso come le forcazioni. Per questa ragione si devono differenziare i prodotti impiegati nell'air-polishing. La polvere di glicina ad esempio è di comprovata efficacia nella rimozione del biofilm batterico sottogengivale e inoltre provoca un'abrasione epiteliale inferiore rispetto alle polveri di

bicarbonato o alla strumentazione manuale; questo conferma la sicurezza di questa nuova tecnica parodontale non chirurgica (34). In uno studio si sono valutati gli effetti di due polveri su alcuni tipi di materiali adesivi e si è visto che l'air-polishing con prodotti a base di carbonato di calcio diminuisce sensibilmente la forza di legame dei compositi alla dentina, mentre la glicina non influenza le performance degli adesivi testati; per questo motivo attualmente in pazienti con restauri estetici sembra sia consigliabile effettuare la procedura di routine di air-polishing con polveri a base di glicina (35). Un altro recente studio ha evidenziato che l'air-polishing effettuato con vetro bioattivo puro o contenente 15% di acido poliacrilico non ha interferito con il legame tra dentina e adesivi self-etching; tuttavia il legame con la dentina rimane fortemente influenzato dalla composizione chimica dei sistemi adesivi self-etching (36).

#### Evidenze scientifiche sull'uso del perio-polishing

La glicina è l'unica polvere utilizzata attualmente per la tecnica di perio-polishing e può essere erogata da tutti gli apparecchi per l'air-polishing (alcune ditte non offrono riparazione e garanzia se il macchinario viene usato con polveri differenti da quella consigliata). Partendo dalla tecnica per air-polishing, per la rimozione delle pigmentazioni estrinseche e del biofilm batterico, è stata ideata una procedura che utilizza lo stesso macchinario abbinato alla polvere di glicina per arrivare nella zona subgingivale. Questa tecnica non provoca abrasioni sul dente, permettendo invece un'efficace rimozione del biofilm fino in fondo alla tasca senza danneggiare il cemento radicolare. La glicina viene raccomandata per la rimozione di pigmentazioni estrinseche, dell'eritrosina dopo l'indice di placca, in pedodonzia, in ortodonzia, nelle protesi dentarie, nelle periimplantiti e in chirurgia. Uno studio randomizzato controllato ha valutato l'efficacia meno abrasiva della polvere di glicina con un dispositivo di air-polishing per la rimozione del biofilm sottogengivale in pazienti in terapia di mantenimento (37) e l'estrema facilità nella rimozione degli agenti eziologici sopra e sottogengivali con la tecnica perio-polishing. Con questa tecnica è possibile evitare l'uso di curette, è indolore, efficace fino ad una profondità di tasca di 5 mm e si esegue in tempi estremamente ridotti (circa un quarto del tempo rispetto alla tecnica classica) (38). Questa metodica esplica inoltre una detossificazione meccanica sulla superficie radicolare e nella terapia parodontale di supporto; i pazienti trattati con la polvere di glicina hanno descritto la terapia molto più confortevole rispetto al debridement tradizionale effettuato con curette e/o strumenti ultrasonici (39).

Il vantaggio nell'usare la glicina rispetto ai metodi tradizionali risiede nella sua facilità di utilizzo; infatti, non vi sono limiti nell'inclinazione dell'ugello poiché la glicina non lede le mucose e quindi il getto di polvere può essere indirizzato sul colletto del dente per rimuovere le pigmentazioni più vicine alla gengiva senza danneggiare la

membrana basale dell'epitelio sulculare e senza alcun fastidio o dolore per il paziente. Ovviamente, per tutte queste ragioni, il potere depigmentante della glicina è inferiore a quello del bicarbonato, ma la sua efficacia in pazienti con problemi parodontali sottoposti a terapia di mantenimento è stata ampiamente dimostrata con una notevole diminuzione delle colonie batteriche e della profondità di tasca (40).

#### AIR POLISHING SOPRA E SOTTOGENGIVALE: PROTOCOLLI DI UTILIZZO

Prima di un trattamento di air-polishing è necessario preparare i pazienti proteggendo la mucosa linguale e i dotti della ghiandola salivare parotidea, utilizzando ad esempio appositi fogli protettivi e applicando un gel oleoso sulle labbra per prevenirne la disidratazione. È inoltre opportuno tenere un dito o uno specchietto dietro alla superficie o elemento dentale da pulire, al fine di evitare che il getto di polvere passi attraverso gli spazi interdentali e colpisca la mucosa di guance, lingua, pavimento orale o palato; bisogna prestare particolare attenzione a evitare irritazioni del pavimento della bocca, del palato molle e della faringe (Fig. 4, 5).

Le apparecchiature, costruite da diversi produttori, operano usando una pressione di entrata dell'aria tra



**FIG. 4, 5**

Foto scattate durante la pratica clinica.

i 40 e 100 psi e una pressione di entrata dell'acqua tra 20 e 60 psi. Nella tecnica sopragengivale l'ugello dello strumento deve essere mantenuto in costante movimento circolare a una distanza di 4-5 mm dalla superficie per circa 5 secondi per ogni dente, la distanza minima del puntale dalla superficie da trattare e di conseguenza la crescita della distanza di lavoro dell'ugello dalla superficie dentale diminuisce i difetti derivanti dalla strumentazione (41). Per una terapia di mantenimento occorre lavorare con un angolo di incidenza compreso tra 60 e 90 gradi fra il getto della polvere e l'asse del dente, la corretta angolazione del manipolo è essenziale per evitare traumi ai tessuti molli e per ridurre la quantità di aerosol che viene emessa. Inoltre, la geometria ed il design dell'ugello dell'air-polishing sono importanti caratteristiche che possono influenzare le proprietà abrasive delle polveri utilizzate. Piccole alterazioni nelle dimensioni dell'ugello, come il diametro dell'apertura o la lunghezza del tubo o la curvatura, possono infatti indurre cambiamenti significativi sull'efficacia dello strumento (42). Questo fattore sottolinea l'importanza e la responsabilità di avere una conoscenza approfondita della tecnica di strumentazione utilizzata in qualsiasi tipo di superficie del dente o radice. Il tipo e la condizione di superficie da trattare, rispettando il materiale da rimuovere, costituiscono per l'operatore parametri difficili da cambiare, ma decisivi per l'efficacia dello strumento, perciò più difficile è la superficie da trattare, meno sostanza sarà rimossa. È necessario quindi evitare di dirigere il getto direttamente sul margine della gengiva, sui colletti dei denti esposti e sulla mucosa, lavorando sempre dalla gengiva verso il dente. Quando invece viene utilizzato il carbonato di calcio, proprio per la caratteristica delle sue particelle sferiche, la cannula può essere posizionata con un angolo fra i 10 e i 60 gradi rispetto alla superficie del dente da trattare per garantire l'effetto di rotolamento e quindi ottimizzare la potenza di adsorbimento delle particelle sferiche (Fig. 6).

Durante l'operazione di perio-polishing l'ugello va posizionato ad una distanza di 5 mm dal dente e l'angolo di inclinazione della punta può invece variare tra i 30 e 60 gradi all'asse del dente. Anche in questo caso l'ugello deve essere in costante movimento di "va e vie-

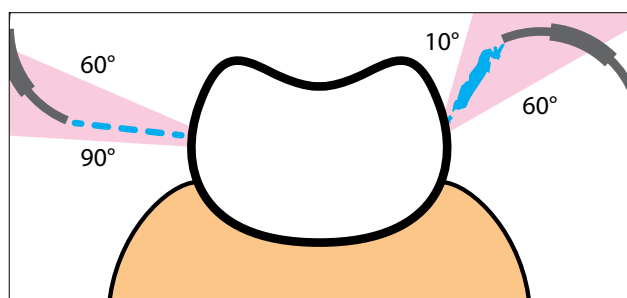


FIG. 6 Kavo ([www.kavo.it/functions/csdownload3.aspx](http://www.kavo.it/functions/csdownload3.aspx)).

ni" (Fig. 7). Sono necessari circa 5-10 secondi di erogazione per detossificare sufficientemente una tasca parodontale (superficie mesiale, distale, vestibolare e linguale). Quindi, circa 20-40 secondi sono necessari per la strumentazione di un singolo dente, per cui il trattamento complessivo richiede 15-20 minuti circa per rimuovere il biofilm in una dentizione completa con tasche maggiori di 5 mm.

#### Caratteristiche funzionali delle polveri per l'air-polishing: bioattività e proprietà antibatteriche

L'effetto batteriostatico della glicina è ormai conosciuto da lungo tempo, i primi studi risalgono al 1943 (43), in cui è stato affermato che i suoi effetti sono simili a quelli della penicillina, poiché agisce sulla membrana cellulare batterica, causando alterazioni morfologiche della stessa. Studi preliminari hanno dimostrato la capacità battericida di questo amminoacido nell'inibire la glicolisi di una varietà di batteri Gram-positivi e Gram-negativi (44). Questi studi hanno dimostrato che la suscettibilità dei Gram-negativi alla glicina dipende dal pH, mentre i Gram-positivi e i lieviti sono meno suscettibili; microrganismi come E. Coli, A. Viscosus e C. Albicans sono stati testati in un range di pH compreso tra 4,5 e 7. I microrganismi A. Viscosus e la C. Albicans sono risultati sensibili alla glicina a tutti i pH testati, mentre E. Coli ha mostrato una variazione di inibizione alla crescita già ad un pH 5,5.

L'attività della glicina come potenziale agente antibatterico in igiene orale è stata valutata su una selezione di Gram-positivi e Gram-negativi e contro la C. Albicans, confermando l'azione inibitoria della glicolisi dei suddetti microrganismi trovati nei depositi salivari. È stato inoltre confermato in vitro che la glicina previene l'adesione di Streptococcus Sobrinus. Di particolare interesse risulta anche l'azione contro specie cariogene come Streptococcus e Lactobacillus e altri patogeni parodontali appartenenti alla specie Capnocytophaga e Actinobacillus (45).

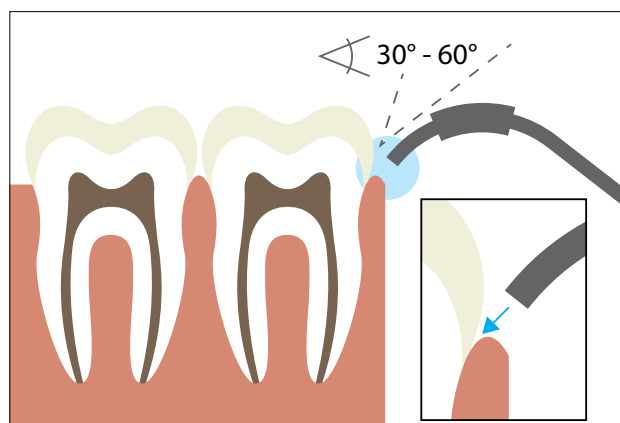


FIG. 7 EMS ([new.ems-company.com/it/details/air-flow@-powder-soft.html](http://new.ems-company.com/it/details/air-flow@-powder-soft.html)).

La colonizzazione batterica comprendere sia l'adesione da parte dell'agente patogeno sia la sua proliferazione, quindi un agente antimicrobico ottimale deve inibire entrambe le funzioni: la glicina ha dimostrato di possedere queste caratteristiche.

Un'altra polvere per air-polishing con proprietà antibatteriche è il Bioglass 45S5, che ha dimostrato in numerosi studi (46) di possedere attività antibatterica indotta dal pH alcalino che si crea in seguito all'applicazione di tale composto bioattivo. Il Bioglass 45S5 ha un effetto antibatterico contro *S. Aureus*, *S. Epidermidie* ed *E. Coli*, grazie alla sua capacità di danneggiare la parete cellulare del microorganismo che di conseguenza perde la sua attività metabolica e battericida.

I vetri bioattivi come Bioglass 45S5 vengono utilizzati da diversi anni in chirurgia ortopedica come agente particolarmente adatto alla guarigione e alla rigenerazione di difetti ossei (47). Questo materiale subisce una serie di reazioni in ambiente acquoso che portano alla formazione di fosfato di calcio amorfo e idrossiapatite che inducono un'ottima osteointegrazione. Queste reazioni bioattive hanno anche un effetto battericida che causa la riduzione della vitalità di molte specie batteriche orali come *S. Sanguis*, *P. Gengivalis*, *F. Nucleatum*, *P. Intermedia* e *A. Actinomicetecomitans* (48). Recenti studi hanno dimostrato che i trattamenti di air-polishing eseguiti con Bioglass 45S5 inducono la rimineralizzazione dei tessuti duri dentali (49). È emerso che la dentina trattata con diverse soluzioni rimineralizzanti con vetro bioattivo (Bioglass 45S5) risulta meno permeabile al fluido dentinale dopo attacco acido solo in seguito a trattamento con Bioglass e immersione in saliva artificiale. Questa azione è dovuta in particolare alla conseguente precipitazione di idrossiapatite e rimineralizzazione sia della superficie che dei tubuli dentinali. È noto che l'esposizione dei tubuli dentinali provoca il movimento del fluido e un aumento della sensibilità dentinale, perciò una riduzione del movimento del fluido dentinale (permeabilità dentinale) porta alla riduzione dell'ipersensibilità dentinale (50). Tali risultati sono stati anche confermati tramite microscopia confocale ed elettronica (SEM) mostrando che il bioglass 45S5 (Sylc) non solo in grado di ridurre la sensibilità dentinale, ma ha anche la capacità di creare una superficie resistente all'attacco dell'acido citrico.

### Sicurezza di utilizzo

Durante i trattamenti di air- e perio-polishing l'operatore deve sempre utilizzare presidi di protezione individuale di base come mascherina, visiera/occhiali, bandana/cuffia e guanti. Il paziente deve essere sottoposto a sciacquo preoperatorio con collutorio antibatterico per circa 30 secondi in modo da ridurre l'eventuale trasporto di batteri via aerosol. È infatti noto che l'erogazione delle polveri tramite gli apparecchi per l'air- e perio-polishing produce un getto abbondante di acqua e polvere che contiene microrganismi e resi-

dui orali; quindi come per tutti gli aerosol ci può essere pericolo di contaminazione. Si consiglia di applicare sulle labbra del paziente un lubrificante per evitare che il bicarbonato di sodio causi disidratazione e abrasioni durante la procedura. Per proteggere i tessuti molli delle guance e i dotti salivari si possono utilizzare tamponi di ovatta o quadrati di garza sterile. Le fini particelle di polvere possono entrare negli occhi e sotto le lenti a contatto, quindi il paziente dovrebbe preferibilmente indossare una protezione per evitare schizzi durante il trattamento. Uno studio condotto al Baylor College of Dentistry nel 2004 da Harrel e Molinari ha dimostrato l'importanza dell'utilizzo dell'aspiratore ad alta velocità, munito di ampio beccuccio e posizionato in direzione opposta al getto, il più vicino possibile all'ugello: l'aspirasaliva è insufficiente a ridurre il numero di batteri dell'aerosol (51).

Non sono stati accertati eventi avversi per l'operatore o riferiti dal paziente durante il trattamento, tuttavia sono stati riportati alcuni casi di enfisema in seguito all'utilizzo della polvere di glicina, tutti risolvibili entro 1-5 giorni senza ulteriori problemi (52). Purtroppo, i dati conosciuti sull'incidente non sono chiari riguardo al fatto se l'enfisema sia il risultato di una terapia parodontale con dispositivi di air-polishing oppure legati ad eventi extraodontoiatrici.

Le schede di sicurezza per le polveri utilizzate per la lucidatura ad aria non elencano pericoli significativi. Il vetro bioattivo come il Bioglass 45S5 non viene assorbito dalla pelle e non mostra controindicazioni all'uso, a meno che la polvere non venga inalata in grandi quantità (53).

Gli unici fastidi che si possono avere sono irritazione del tratto respiratorio e solo in rari casi si è verificata irritazione con il contatto cutaneo. Se gestite correttamente, le polveri classiche per air-polishing non hanno effetti nocivi, non sono tossiche se ingerite, ma possono solo provocare lievi irritazioni temporanee agli occhi. Nessuna polvere dovrebbe essere utilizzata se è presente allergia al silicio.

Fino al 2009 sono stati riportati solo 8 casi su 5 riviste (54, 55, 56) e nel database dell'Health Device Alerts sono riportati nove casi di enfisema e tre di embolia relativi all'uso dei dispositivi di air-polishing tra il 1977 e 2001. Tutti gli enfisemi segnalati sono guariti senza complicazioni, quindi l'incidenza di enfisema relativo all'uso di air-polishing, soprattutto se comparato con altri metodi di strumentazione dentale, è notevolmente bassa. Nel caso di enfisemi che si verificano a causa dell'utilizzo dell'air-polishing con polvere di glicina, il trattamento deve essere orientato a seconda della gravità dei sintomi (57).

Gli attacchi di enfisema sono riconosciuti facilmente nella maggior parte dei casi, sia dal paziente che dall'operatore, infatti, si presenta come un improvviso gonfiore nella zona dentale e facciale. Possono essere presenti crepitii in grado di confermare la diagnosi, la

terapia di conseguenza deve essere interrotta immediatamente e il paziente deve essere informato che si è verificato un inaspettato, ma nella maggior parte dei casi non grave, effetto collaterale a causa della terapia. Se il paziente si sente bene ed è in buona salute, può essere sufficiente programmare un'altra seduta nei giorni successivi perché la maggior parte degli enfisemi prodotti da air-polishing si risolve senza complicazioni entro 1-3 giorni (58).

È fondamentale informare i pazienti e cercare immediatamente assistenza medica specializzata in caso si manifestassero eventuali problemi di deglutizione, dolore toracico, dispnea o qualsiasi disturbo della vista o dell'udito. Questi possono essere sintomi di gravi problemi di salute come ad esempio uno pneumo-mediastino, la compressione del nervo o un'ipo-perfusione del tessuto nervoso, con conseguente blocco transitorio del flusso sanguigno nell'arteria retinica (59). Queste condizioni necessitano di esami diagnostici e di terapia chirurgica mirata. È importante notare che i sintomi di un enfisema aggravato spesso si hanno 24-36 ore dopo la terapia dentale.

Una revisione della letteratura scientifica del 1996 (60), riporta ben settantaquattro relazioni di enfisema in pazienti odontoiatrici tra il 1960 e il 1993. Tale complicità si è verificata in pazienti tra la terza e la quinta decade di età sottoposti a estrazioni di terzi molari inferiori, in cui è stato utilizzato il manipolo ad aria ad alta velocità; questo fenomeno quindi si osserva soprattutto durante estrazioni dentali di terzi molari (61). Quando il manipolo ad aria viene utilizzato ad alta velocità e forzato nel tessuto molle, invade i tessuti adiacenti e provoca un rigonfiamento e crepitio alla palpazione. Anche se raro, l'enfisema sottocutaneo può avere conseguenze potenzialmente mortali (62).

Si deve prestare molta attenzione durante l'utilizzo dei manipoli ad aria/acqua; infatti l'accesso dell'aria nei tessuti facciali non è limitato ad estrazioni dentali, ma può avvenire attraverso altre barriere di ingresso, come ad esempio trattamenti endodontici (63) e lacerazioni endorali dei tessuti molli. Quest'ultima complicità è un po' più rara (64), ed è generalmente limitata a un leggero gonfiore locale; tuttavia la grande diffusione d'aria in spazi più profondi può in alcuni casi causare gravi complicazioni, tra cui compromissione delle vie aeree a causa di un accumulo di aria negli spazi retrofaringei, pneumomediastino e pneumopericardio. L'embolia gassosa è fatale e le infezioni dei tessuti molli spesso sono presenti attraverso la diffusione di microrganismi della flora orale lungo le vie enfisematose.

## CONCLUSIONI

In conclusione è possibile affermare che i trattamenti di air- e perio-polishing non presentano rischi significativi né per il paziente né per l'operatore purché effettuati

con tutte le precauzioni preventive di base. L'utilizzo di dispositivi a getto d'aria/acqua per i trattamenti di air-polishing e perio-polishing parodontali possono essere considerati un approccio clinico sicuro, vista la scarsa evidenza scientifica sui rischi per la salute degli operatori dentali e pazienti. I casi di enfisemi facciali riscontrati in seguito all'utilizzo di tali dispositivi a getto d'aria/acqua sembrano essere principalmente correlati all'uso inappropriato di tali dispositivi durante l'estrazione di terzi molari o in caso di particolari trattamenti endodontici. Questo articolo ha messo in evidenza che i trattamenti con air-polishing e perio-polishing parodontali possono essere considerati approcci terapeutici innocui e confortevoli sia per i pazienti che per gli operatori dentali se eseguiti rispettando protocolli basati sull'evidenza scientifica.

## BIBLIOGRAFIA

1. Black R. *Technique for nonmechanical preparation of cavities and prophylaxis*. J Am Dent Assoc 1945; 32:955-965.
2. Kozlovsky A, Soldinger M, Sperling I. *The effectiveness of the air powder abrasive device on the tooth and periodontium: an overview*. Clin Prev Dent 1989;114:7-11.
3. Horning GM, Cobb CM, Killoy WJ. *Effect of an air-powder abrasive system on root surfaces in periodontal surgery*. J Clin Periodontol 1987;144:213-220.
4. Momber A, Kovacevic R. *Principles of abrasive water jet machining*. London: Springer; 1998.
5. Jost-Brinkmann PG. *The influence of air polishers on tooth enamel. An in-vitro study*. J Orofac Orthop 1998;59:1-16.
6. Gutmann MS, Marker VA, Gutmann JL. *Restoration surface roughness after air-powder polishing*. Am J Dent 1993;6:99-102.
7. Galloway SE, Pashley DH. *Rate of removal of root structure by the use of the Prophy-Jet device*. J Periodontol 1987;58:464-469.
8. Dutil S, Meriaux A, de Latremouille MC, Lazure L, Barbeau J, Duchaine C. *Measurement of airborne bacteria and endotoxin generated during dental cleaning*. J Occup Environ Hyg 2009;6: 121-130.
9. Barnes CM, Russell CM, Gerbo LR, Wells BR, Barnes DW. *Effects of an air-powder polishing system on orthodontically bracketed and banded teeth*. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990; 97: 74-81.
10. Kovacevic R. *Monitoring the depth of abrasive waterjet penetration*. Int J Mach Tools and Manuf 1992;32:725-736.
11. Kontturi-Narhi V, Markkanen S, Markkanen H. *Effects of airpolishing on dental plaque removal and hard tissues as evaluated by scanning electron microscopy*. J Periodontol 1990; 61: 334-338.
12. Schiffner U. *Die Einwirkung eines abrasiven Pulverstrahles aufartifiziiell demineralisierten schmelz*. Dtsch Zahna rztl Z 1992;47:778-781.
13. Weber LW, Seidel HJ. *Zusammenfassung der befunde uber die morphologie der prophyp pearls, irhe anwendung auf dentin und schmelz, dieinhaltsstoffe vor und nach anwendung of oberflächen*. Institut fur ArbeitsSozial und Umweltmedizin: Ulm (Germany); 2003.
14. Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. *Calcium Sodium Phospholocate (NovaMin): remineralization potenzia*. Adv Dent Res. 2009;21:35-9.
15. Narongdej T, Sakoolnamarka, R, Boonroung T. *The effectiveness of a calcium sodium phosphosilicate desensitizer in reducing cervical dentin hypersensitivity. A pilot study*. JADA 2010;141: 995-999.
16. E. Osorio, M. Toledano, R. Osorio, L. Levrini, I. Thompson, F. Foschi, S. Sauro. *Evaluation of enamel roughness subsequent*



- to air-polishing treatments with bioactive glass" *Prevenzione e Assistenza Dentale* 2011;37:123-129.
17. La Rousse Enciclopedia Rizzoli. *Enciclopedia universale* 1964;17:242.
  18. Petersilka GJ. Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections. *Periodontology* 2000 2011; 55: 124-142.
  19. Horowitz I. *Oberflächenbehandlung mittels strahlmitteln*. Essen: Vulkan Verlag; 1982.
  20. Meng H, Ludema K. Wear models and prediction equations: their formand content. *Wear* 1995; 181-183: 443-457.
  21. Bahadur S, Badruddin R. Erodent particle characteristics and the effect of particle size and shape on erosion. *Wear* 1990; 158: 189-208.
  22. Hashish M. The effect of beam angle in abrasive waterjet machining. *J Eng Ind* 1993; 115: 51-56.
  23. Zu J, Burstein G, Hutchings I. A comparative study on the slurry erosion and free fall particle erosion of aluminium. *Wear* 1991; 149: 73-84.
  24. Clark H, Burmester L. The influence of the squeeze film on particle impact velocities in erosion. *Int J Impact Eng* 1992;12: 415-426.
  25. Hocheng H, Chang K. Material removal analysis in abrasive waterjet cutting of ceramic plates. *J Mater Process Technol* 1994;40:281-304.
  26. Saverio G., Condò SG. *Sbiancamento dei denti come e perché*. Ed. Martina: Bologna; 1999.
  27. Ramaglia L, Sbordone L, Ciaglia RN, Barone A, Martina R.A. A clinical comparison of the efficacy and efficiency of two professional prophylaxis procedures in orthodontic patients. *Eur J Orthod* 1999;1: 423.
  28. Patterson C, McLundie A: A comparison of the effects of two different polishing prophylaxis regimes in vitro on some restorative materials. *Br Dent J* 1984; 157:166-170.
  29. Petersilka GJ, Bell M, Haberlein I, Mehl A, Hickel R, Flemmig TF. In vitro evaluation of novel low abrasive air polishing powders. *J Clin Periodon* 2003; 30:9-13.
  30. Mengel R, Buns CE, Mengel C, Flores-de-Jacoby L. An in vitro study of the treatment of implant surfaces with different instruments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:91-96.
  31. Schwarz F, Ferrari D, Popovski K, Hartig B, Becker J. Influence of different air-abrasive powders on cell viability at biologically contaminated titanium dental implants surfaces. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; 88:83-91.
  32. Sarri S, Bontà G, Boldi M, Rossini M, Nardi G. Risultati dell'utilizzo della glicina su impianti con sondaggio. *Implantologia Dentale e Parodontologia* 2006; 14: 168-170.
  33. Yanagimura M, Koike F, Satoh E, Wu CS, Hara K, Kawakami T. Application of an air-powder abrasive system in periodontal therapy and its effect on root surface. *Nippon Shishubyo Gakkai Kaishi* 1988;30:1168-79.
  34. Petersilka G, Faggion CM Jr, Stratmann U, Gerss J, Ehmke B, Haerberlein I, Flemmig TF. Effect of glycine powder air-polishing on the gingival. *J Clin Periodontol* 2008;35:324-32.
  35. Frankenberger R, Lohbauer U, Tay FR, Taschner M, Nikolaenko SA. The effect of different air-polishing powders on dentin bonding. *J Adhes Dent* 2007; 9:381-389.
  36. Sauro S, Watson TF, Thompson I, Banerjee A. One-bottle self-etching adhesives applied to dentine air-abraded using bioactive glasses containing polyacrylic acid: an in vitro microtensile bond strenght and confocal microscopy study. *J Dent.* 2012;40:896-905.
  37. Petersilka GJ, Steinmann D, Haberlein I, Heinecke A, Flemmig TF. Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder. *J Clin Periodontol* 2003;30:328-333.
  38. Petersilka GJ, Tunkel J, Barakos K, Heinecke A, Haberlein I, Flemmig TF. Subgingival plaque removal at interdental sites using a low-abrasive air polishing powder. *J Periodontol* 2003;74:307-311.
  39. Petersilka G, Faggion CMJ. Unterstu"tzende Parodontitistherapie mit niedrigabrasiver Pulverstrahltechnik. *Parodontologie* 2008; 19: 125-133.
  40. Wennstrom JL, Dahlen G, Ramberg P. Subgingival debridement of periodontal pockets by air polishing in comparison with ultrasonic instrumentation during maintenance therapy. *J Clin Periodontol* 2011; 38: 820-827.
  41. Petersilka GJ, Bell M, Mehl A, Hickel R, Flemmig TF. Root defects following air polishing. *J Clin Periodontol* 2003: 30:165-170.
  42. Momber A. *Blast Cleaning Technology*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg; 2008.
  43. Snell EE, Guirard BM. Some interrelationships of pyridoxine, alanine and glycine in their effect on certain lactic acid bacteria. *Proc Natl Acad Sci USA* 1943;29:66-73.
  44. Corner AM, Dolan MM, Yankell SL, Malamud D. C31G, a new agent for oral use with potent antimicrobial and antiadherence properties. *Antimicrob Agents Chemother* 1988;32:350-353.
  45. Corner AM, Brightman VJ, Cooper S, Yankell SL, Malamud D. Clinical study of a C31G containing mouthrinse: effect on salivary microorganisms. *J Clin Dent*.1990;2:34-38.
  46. Hu S, Chang J, Liu M, Ning C. Study on antibacterialeffectof 45S5 bioglass. *J. Mater Sci Mater Med.* 2009;20:281-6.
  47. Allan I, Newman H, Wilson M. Antibacterial activity of particulate bioglass against supra and subgingival bacteria. *Biomaterials* 2001;22:1683-1687.
  48. Stoor P, Soderling E, Salonen JI. Antibacterial effects of bioactive glass past on oral microorganisms. *Acta odontol Scand* 1998;56:161-165.
  49. Sauro S, Thompson I, Watson TF. Effects of common dental materials used in preventive or operative dentistry on dentin permeability and remineralization. *Oper Dent* 2011,36:222-30.
  50. Sauro S., Thompson I., Watson TF. Dentine desensitization induced by prophylactic and air-polishing procedures: an in vitro dentine permeability and confocal microscopy study. *J Dent* 2010 May;38(5):411-22.
  51. Harrel SK, Molinari J. Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications. *J Am Dent Assoc* 2004 April; 135:429-37.
  52. Petersilka G, Panitz W, Weresch R, Eichinger M, Kern U. Air emphysema in periodontal therapy. A case series with critical literature overview. *Parodontologie* 2010; 21: 165-175.
  53. Harrel SK, Barnes JB, Rivera-Hidalgo F. Aerosol reduction during air polishing. *Quintessence Int* 1999; 30:623-628.
  54. Brown FH, Ogletree RC, Houston GD. Pneumoparotitis associated with the use of an air-powder prophylaxis unit. *J Periodontol* 1992; 63: 642-644.
  55. Finlayson RS, Stevens FD. Subcutaneous facial emphysema secondary to use of the Cavi-Jet. *J Periodontol* 1988;59: 315-317.
  56. Fruhauf J, Weinke R, Pilger U, Kerl H, Müllegger RR. Soft tissue cervicofacial emphysema after dental treatment: report of 2 cases with emphasis on the differential diagnosis of angioedema. *Arch Dermatol* 2005;141:1437-1440.
  57. Heyman SN, Babayof I. Emphysematous complications in dentistry, 1960-1993: an illustrative case and review of the literature. *Quintessence Int* 1995: 26: 535-543.
  58. Flemmig TF, Hetzel M, Topoll H, Gerss J, Haerberlein I, Petersilka G. Subgingival debridement efficacy of glycine powder air polishing. *J Periodontol* 2007: 78: 1002-1010.
  59. Buckley MJ, Turvey TA, Schumann SP, Grimson BS. Orbital emphysema causing vision loss after a dental extraction. *J Am Dent Assoc* 1990: 120: 421-422.
  60. Heyman SN, Babayof I. Emphysematous complications in dentistry, 1960-1993: an illustrative case and review of the literature. *Quintessence int.*1995 Aug;26(8):535-43.
  61. Romeo U, Galanikis A, Lerario F, Daniele GM, Tenore G, Palaia G. Subcutaneous emphysema during third molar surgery: a case report. *Braz Dent J* 2011; 22: 83-86.
  62. Viktoroson TV, Benedikz E, Torfason B. Cervicofascial subcutaneous emphysema and pneumomediastinum following routine restorative dentistry--two case reports. *Laeknabladid* 2012;98:471-474.
  63. Kim Y, Kim MR, Kim SJ. Iatrogenic pneumomediastinum with extensive subcutaneous emphysema after endodontic treatment: report of 2 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Paqthol Oral Radiol Endod* 2010; 109:114-119.
  64. Frühauf J, Weinke R, Pilger U, Kerl H, Müllegger RR. Soft tissue cervicofacial emphysema after dental treatment. *Arch Dermatol* 2005;141:1437-1440.