



UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI NEUROSCIENZE: SCIENZE
NEUROLOGICHE, PSICHIATRICHE, SENSORIALI,
RICOSTRUTTIVE E RIABILITATIVE

Direttore Prof. Raffaele De Caro

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN IGIENE DENTALE

Presidente Prof. Stellini Edoardo

TESI DI LAUREA

**“EFFETTO DELL'AIR POLISHING BIDIREZIONALE
CON POLVERE DI ERITRITOLO:
STUDIO SPERIMENTALE IN VITRO”**

Relatore: Prof. Stellini Edoardo

Correlatori: Dott.ssa Costa Giorgia, Dott.ssa Pavan Cristina

Laureanda: Oro Emma

ANNO ACCADEMICO 2021- 2022

INDICE

| | |
|---|---------|
| 1. RIASSUNTO..... | pag. 4 |
| 2. ABSTRACT..... | pag. 7 |
| 3. INTRODUZIONE..... | pag. 8 |
| 3.1 Anatomia dello smalto..... | pag. 8 |
| 3.2 Denti bovini..... | pag. 12 |
| 3.3 Placca dentale..... | pag. 14 |
| 3.4 Air-polishing..... | pag. 17 |
| 3.5 Polveri per Air-polishing..... | pag. 21 |
| 3.6 GBT - Guided Biofilm Therapy..... | pag. 26 |
| 4. SCOPO DELLA TESI..... | pag. 31 |
| 5. MATERIALI E METODI..... | pag. 32 |
| 5.1 EMS Airflow Prophylaxis Master..... | pag. 39 |
| 6. RISULTATI..... | pag. 42 |
| 7. DISCUSSIONE..... | pag. 49 |
| 8. CONCLUSIONE..... | pag. 52 |
| BIBLIOGRAFIA..... | pag. 53 |

1. RIASSUNTO

Obiettivo: Il presente studio nasce con lo scopo di valutare e analizzare i tessuti duri di elementi dentali bovini dopo l'utilizzo del sistema di Air polishing in senso bidirezionale. Per analizzare e confrontare le diverse differenze morfologiche sulle superfici ci serviamo della tecnologia di uno *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Materiali e metodi: 32 denti sono stati estratti da 9 mandibole bovine tra incisivi, canini e molari, puliti e poi trattati in modo randomizzato. Sono stati conservati in una soluzione di cristalli di timolo. Su 30 elementi è stato applicato uno strato di biofilm creato artificialmente e poi è stato eseguito l'Air-Polishing con polvere di Eritritolo.

Nel gruppo A, composto da 15 elementi, l'Air-polishing è stato direzionato solo in maniera apico-coronale mentre nel gruppo B è stato bidirezionato, quindi prima apico-coronale e in seguito corono-apicale. Nel gruppo C non è stato eseguito alcun trattamento, utilizzandolo come gruppo di controllo.

I campioni sono stati analizzati da un tecnico specializzato presso il laboratorio del Dipartimento di geoscienze.

Risultati: Dalle analisi ottenute sono state fatte delle considerazioni visive, in base al FoV della superficie dei denti del gruppo A e B rispetto al gruppo di controllo (gruppo C). La superficie del gruppo D presenta delle scanalature dovuti all'usura stessa della dentizione; le superfici del gruppo A presentano solchi e scanalature dovuti all'usura e al trattamento Air-polishing. Le superfici del gruppo B presentano segni sovrapponibili con quelli del gruppo A.

Conclusione: In conclusione si può affermare che l'eritritolo è una polvere poco abrasiva e non si evidenziano differenze fra i due sistemi.

Parole chiave: Airpolishing, Eritritolo, Bidirezionale, In vitro.

2. ABSTRACT

Objective: This study was created for evaluating and analyzing the hard tissues of bovine dental elements after Air polishing in bidirectional way. We use the technology of a Scanning Electron Microscope (SEM) to analyze and compare the morphological differences on the surfaces.

Materials and methods: 32 teeth were extracted from 9 bovine mandibles between incisors, canines and molars, they were cleaned and then randomly treated. They were put in a solution of thymol crystals. A layer of artificially biofilm was applied on 30 elements and then treated with Air-Polishing using Erythritol powder.

In group A, consisting of 15 elements, the Air-polishing was directed only apico-coronal while in group B it was bidirectional, first apico-coronal and then coronal-apical.

The group D wasn't treated so it was used like control group.

The samples were analyzed at the laboratory of the Department of Geosciences by a specialized technician.

Results: Visual considerations were made on the basis of the FoV of the surface of the teeth of group A and B compared with the control group (Group C). The surface of group C has grooves due to the wear of the dentition; the surfaces of group A have grooves due both to the wear of the dentition itself and to the Air-polishing treatment. The surfaces of group B show signs overlapping with group A.

Conclusion: In conclusion, erythritol powder is safe and we can't evidence any differences between the two systems.

Keywords: Airpolishing, Erythritol, Bidirectional, In vitro.

3. INTRODUZIONE

3.1 ANATOMIA DELLO SMALTO

I denti sono dei veri e propri organi all'interno di singoli alveoli nell'osso mandibolare e mascellare dove insieme instaurano un'articolazione detta gonfosi che permette dei minimi movimenti.

Anatomicamente è diviso in due parti principali, corona e radice e la loro divisione coincide con la giunzione amelo-cementizia.

Infatti nella corona si trova come tessuto esterno di rivestimento lo smalto mentre la radice è ricoperta da cemento.

Al di sotto di questi troviamo la dentina che ricopre la camera pulpare dove si trova la polpa.

I primi tre tessuti sono i tessuti duri del parodonto mentre la polpa, contenente vasi sanguigni, linfatici e nervosi è tessuto lasso.

Lo smalto riveste la porzione di dente esposta nel cavo orale; è il tessuto più duro di questo organismo e si forma con il processo di amelogenesi portato avanti dagli ameloblasti, cellule specializzate di origine ectodermica che cessano la loro attività quando il tessuto è completamente formato (1).

Nei denti umani lo spessore varia dai 2 ai 2,5 mm nella zona superiore delle cuspidi mentre ai lati varia da 1 a 1,3 mm, assottigliandosi fino a pochi micrometri mano a mano che si raggiunge la zona di transizione verso la radice (2).

Lo smalto è il tessuto calcificato più duro del corpo umano a causa del suo alto contenuto di sali minerali e infatti la sua durezza varia da 5 a 8 moh. Questo gli permette di resistere a carichi masticatori pesanti e di limitare l'usura stessa.

La densità dello smalto decresce dalla superficie superiore, a livello delle cuspidi, fino alla giunzione amelo-cementizia.

I denti permanenti hanno una densità diversa rispetto ai decidui, aumenta progressivamente durante lo sviluppo e il valore massimo viene raggiunto dopo l'eruzione e aumenta ulteriormente grazie all'assorbimento dei minerali presenti nella saliva.

Lo smalto è semi trasparente, il colore dipende principalmente dallo spessore stesso. Appare leggermente tendente al grigio-blu in corrispondenza delle zone in cui è più spesso e giallastro dove è più fino e si intravede la dentina sottostante.

È composto per il 96% da materiale inorganico e per il restante 4% da materia organica e acqua.

La materia organica dello smalto aumenta verso la giunzione amelo-cementizia e diminuisce verso la superficie. È composta da due tipi di proteine non collageniche, note come Enameline: amelogenine per il 90% e nonamelogenine per il 10%. Le prime vengono gradualmente rimosse durante lo sviluppo del dente e infatti lo smalto maturo contiene al proprio interno i prodotti di degradazione delle amelogenine; le nonamelogenine invece sono ricche di glicina e acido aspartico, proteine che risultano presenti anche nello smalto più maturo.

La materia inorganica è composta da cristalli di idrossiapatite, al cui interno si trova fosfato (55%), calcio (37%), carbonato (3,5%), sodio, magnesio e altre componenti come il fluoro, che lo rende più resistenti ad attacchi acidi e ha una funzione anticariogena (3).

Questi cristalli sono disposti in modo da formare lamelle ordinate.

L'unità strutturale di base dello smalto sono i prismi. Questi non seguono un andamento rettilineo nel passaggio dalla giunzione smalto-dentinale alla superficie del dente: sono orientati ad angolo retto rispetto alla superficie della dentina e terminano perpendicolarmente alla superficie del dente ma nel mezzo seguono un percorso ondulato.

Questo cambiamento viene considerato come un adattamento funzionale che riduce al minimo i rischi di frattura dello smalto causati dalle forze masticatorie (4).

I primi 20-70 μm di smalto esterno dei denti permanenti non presentano prismi. Questo strato risulta più mineralizzato rispetto al resto dello smalto, dove si trova più materiale organico (5).

Nei prismi si possono osservare striature chiare, dette parazone e striature scure, le diazone. Queste bande sono note con il nome di Hunter-Schreger; iniziano nella giunzione smalto-dentinale dove sono ben visibili e corrono perpendicolarmente alle strisce di Retzius, diventando via via indistinguibili..

Le strie incrementali o parallele di Retzius sono delle linee marroni concentriche distanti tra loro in modo irregolare (6). A livello incisale formano archi concentrici e terminano alla giunzione smalto-dentinale,

ma vicino al terzo medio e alla regione cervicale queste linee parallele si aprono a ventaglio verso la superficie dello smalto e non completano l'arco.

La lunghezza dei prismi è maggiore dello spessore dello smalto a causa della direzione obliqua e della disposizione ondulata di questi e infatti nella zona delle cuspidi sono più lunghi di quelli delle aree cervicali.

La dimensione e il diametro dei prismi aumenta mano a mano che raggiungono la superficie esterna del dente, ma misurano circa 4-5 μm di larghezza e 9 μm di lunghezza con un diametro medio di 4-5 μm .

Generalmente la loro forma è cilindrica e in sezione trasversale si presenta esagonale, rotonda o ovale. Se analizzati al microscopio elettronico rivelano una morfologia a "buco di serratura", con una testa arrotondata e una coda più stretta che si incastrano con altri prismi in maniera armonica.

Ogni prisma è costituito da cristalli di apatite, la componente principale dello smalto. Nella regione della testa dei prismi, l'asse lungo dei cristalli è parallelo all'asse lungo dei prismi mentre nella regione della coda l'orientamento dei cristalli varia di 65-70° dall'asse. I cristalli hanno generalmente una forma irregolare, misurando 30 μm di spessore e 70-80 μm di larghezza mentre la lunghezza varia tra 0,05 μm e 1 μm anche se recenti studi ritengono abbiano misure maggiori tanto da ricoprire l'intero spessore dello strato di smalto (7).

3.2 DENTI BOVINI

Nonostante i denti umani siano preferibili a studi in vitro e a ricerche sperimentali ci sono una serie di limitazioni e svantaggi per cui si opta per l'utilizzo di elementi animali come quelli bovini: sono spesso difficili da ottenere in quantità e qualità adeguata, sono di origine e di età varia per cui possono portare a maggiori variazioni nell'esito dello studio e la superficie piccola e curva non permette di testare su una superficie piana e di spessore uniforme. inoltre per una serie di motivi etici si cerca di utilizzare substrati alternativi.

I denti bovini risultano il sostituto più diffuso ai denti umani negli studi, tanto che il loro uso è notevolmente aumentato negli ultimi 30 anni.

Questo perché sono più facili da ottenere in grandi quantità, in buone condizioni e con composizione e morfologia più uniforme (8).

Da uno studio condotto nel 2020 presso l'Università di Zhejiang (9) sono stati analizzati incisivi umani e bovini. In entrambi i gruppi sono state rilevate due disposizioni differenti dei prismi: decussante e parallela. I prismi decussanti si riscontrano principalmente nella superficie del cingolo linguale e in alcune aree dello smalto interno labiale; i prismi paralleli sono stati osservati nello smalto esterno, nella cresta incisale, nella regione cervicale e in sezioni dello smalto linguale ad eccezione del cingolo.

Lo smalto labiale degli incisivi di bovino, a differenza di quello umano, è risultato più spesso; infatti gli HSB bovini misurano tra i 400 e 500 μm di lunghezza e 20-40 μm di larghezza contro i 200-300 μm di lunghezza e 18-20 μm di larghezza dei denti umani.

La microstruttura degli HSB varia tra le specie. Gli HSB dello smalto umano oltre ad essere più piccoli hanno mostrato una vera decussazione per cui alcuni prismi adiacenti si incrociano fino quasi ai 90°. Questa proprietà migliora la resistenza dello smalto alla frattura. Al contrario gli HSB bovini possiedono zone di transizione tra parazone e diazone. Infatti l'orientamento dei prismi in queste zone cambia in modo graduale: i prismi appaiono longitudinali nelle parazone, trasversali nelle diazone e obliqui nelle zone di transizione. Queste ultime sono in parte le responsabili delle proprietà meccaniche dello smalto bovino. Infatti precedenti studi (10) hanno dimostrato che lo smalto bovino era molto meno resistente alla frattura rispetto a quello umano, attribuendo la causa alla disposizione dei prismi.

Lo sviluppo evolutivo dello smalto è strettamente associato alle sollecitazioni generate durante il funzionamento del dente ossia quando vengono esercitati movimenti masticatori; pertanto si è giunti alla conclusione che le zone di transizione nello smalto degli incisivi bovini potrebbero essere associate a basse forze masticatorie esercitate proprio su questi elementi.

In generale la letteratura presenta dati incoerenti sul fatto che i bovini possano essere considerati sostituti adatti dei denti umani per studi sperimentali (9).

3.3 PLACCA DENTALE

La placca batterica è un deposito molle complesso composto da strutture microbiche organizzate che aderiscono ai denti in modo stabile. È sempre presente in bocca, ma se la quantità di placca è ridotta e i batteri in essa contenuti sono di bassa virulenza può mantenere sani i denti, le gengive e i tessuti parodontali (1).

Per milioni di anni i microbi si sono coevoluti con l'organismo umano, formando insieme ad esso una relazione simbiotica tant'è che insieme formano un superorganismo con il microbioma che gioca un ruolo significativo nella salute e nella fisiologia del corpo umano.

La bocca ospita la seconda comunità microbica più diversificata del corpo, ospitando oltre 700 diverse specie di batteri che colonizzano le superfici dure dei denti e i tessuti molli della mucosa orale.

I microrganismi comunicano tramite il “*quorum sensing*” in modo da controllare la virulenza, la motilità, il metabolismo, la produzione di antibiotici, lo scambio di geni e la formazione del biofilm (11).

Attraverso i più recenti studi si è stati in grado di capire il ruolo sia sullo stato di salute che sulla malattia.

Sia per i professionisti che per i pazienti, la promozione di un microbioma equilibrato è fondamentale per mantenere o ripristinare, in caso di malattia, la salute del cavo orale (12).

La scoperta dei microbi risale al 1700, quando Antonie Van Leeuwenhoek esaminò un campione di placca dentale al microscopio. Osservò la presenza di piccoli esseri viventi ma ancora non si conosceva

l'esistenza di microrganismi per cui il primo nome attribuito ai microbi fu "Dierken" cioè piccoli animali.

Nel corso dei successivi secoli, con i progressi della microscopia si è stati in grado di comprendere al meglio ciò che in realtà questi rappresentavano.

Ad oggi esiste il Database del Microbioma Orale Umano (HOMD), un database che fornisce informazioni complete e curate sui batteri del cavo orale e nel tratto aerodigestivo, inclusa faringe, seni paranasali ed esofago (13). Lo scopo è quello di fornire informazioni scientifiche su tutte le specie presenti nella cavità orale umana (14).

Il biofilm del cavo orale si forma attraverso distinti passaggi:

1. Formazione della pellicola acquisita, un sottile strato di pellicola salivare si forma sulla superficie del dente appena dopo la detersione;
2. I batteri vengono trasportati passivamente sulla pellicola acquisita, andando a creare modificazioni sulla carica e sull'energia liberata dalla superficie, attirando batteri Gram+ e instaurando un'adesione reversibile;
3. Grazie alla presenza di adesine presenti sulla superficie batterica e specifici recettori nella pellicola, si crea un attacco più duraturo con altri tipi di batteri come i Gram- anaerobi;
4. Una volta che i primi colonizzatori instaurano un legame fisico-chimico tra di essi e con la pellicola, inizia la loro moltiplicazione, attirando a sé altri batteri grazie ai metaboliti prodotti dal consumo di ossigeno;

5. Si passa poi alla moltiplicazione delle cellule adese, con un aumento della biomassa che conduce alla formazione di polimeri extracellulari che formano la matrice del biofilm.

E' bene ricordare che le comunità di microrganismi presenti nel cavo orale svolge un ruolo attivo e importante nel normale sviluppo dell'ospite e del suo stato di salute. Al tempo stesso però diventa fondamentale focalizzare tutte le strategie terapeutiche sul controllo del biofilm piuttosto che della sua eliminazione totale, in modo da mantenere la placca a livelli compatibili con la salute del cavo orale, prevenendo eccessi microbici che aumentino il rischio di patologie (15).

3.4 AIR-POLISHING

La tecnica Air-polishing è un sistema di lucidatura con un getto d'acqua, aria e polveri che può essere utilizzata in pazienti sani come una valida alternativa al tradizionale uso di curettes, ablatori o paste abrasive nella rimozione del biofilm o di macchie estrinseche, ma anche in pazienti con patologie del cavo orale come gengivite, parodontite o perimplantite (16).

Nasce negli anni '40 negli Stati Uniti dal dottor Robert Black, il quale creò un dispositivo detto Airdent che utilizzava aria, acqua e una polvere abrasiva. Il dispositivo, seppur innovativo in quanto non richiedeva anestesia, non fu mai sfruttato in quanto le prestazioni non erano ottimali.

Alcuni decenni dopo, negli anni '70, un team di dottori e ricercatori della EMS in Svizzera brevettò moderne apparecchiature che sfruttavano il concetto di Black e del flusso d'aria combinato ad acqua e polveri.

La prima generazione di dispositivi utilizzava il bicarbonato di sodio per la pulizia delle superfici.

Queste apparecchiature sfruttano l'energia cinetica presente nel flusso di acqua che si incontra nell'ugello di uscita del manipolo con un secondo flusso formato da aria e polveri.

Infatti la polvere che si trova all'interno di un'apposita camera viene agitata da aria pressurizzata, coinvolgendo verso l'esterno (17).

La capacità del getto di aria, polvere e acqua di rimuovere la sostanza in questione come il biofilm batterico, si basa sulla combinazione della direzione del getto, sulla potenza e pressione e sulle proprietà delle polveri in questione. Infatti più sarà grande la massa, la dimensione, la durezza e l'angolo delle particelle, più abrasivo e invasivo sarà il risultato finale.

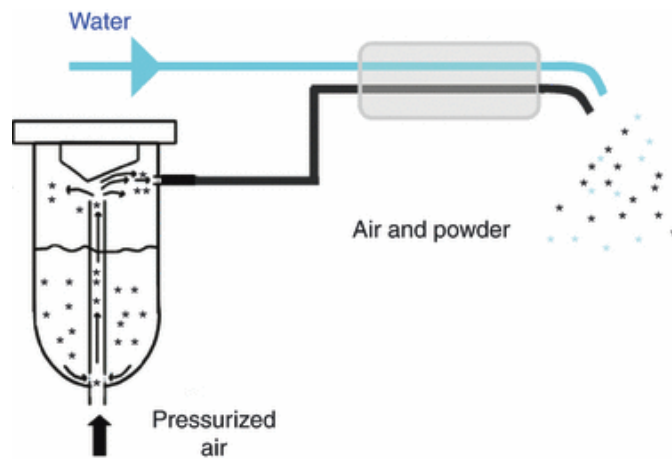


Figura 1: funzionamento Air-Polishing

Si è visto che l'acqua funge da vettore e acceleratore per le polveri per cui se da un lato la presenza di acqua migliora le performance di rimozione della tecnologia dall'altro lato si pensa che la presenza di acqua attutisca l'impatto delle polveri.

Anche la distanza dell'ugello dalla superficie da trattare influisce in quanto più aumenta la distanza più diminuisce la velocità del getto; generalmente una maggiore distanza porta ad un'espansione radiale del getto abrasivo, producendo un'area esposta più ampia.

In uno studio condotto nel 2016 dall'Università di Brescia si è voluto valutare l'efficacia della rimozione del biofilm mediante polvere di

eritritolo rispetto alla convenzionale procedura con ultrasuoni, cospette e paste lucidanti.

La rimozione meccanica della placca (Professional Mechanical Plaque Removal, PMPR) è la metodica da sempre utilizzata negli studi professionali che si basa sull'utilizzo di strumenti meccanici e/o manuali per la rimozione di placca e tartaro accompagnata dalla lucidatura con cospette e paste abrasive. Si è visto che l'utilizzo di questa strumentazione può comportare l'asportazione di tessuti duri come cemento o dentina, causando l'aumento di rugosità della superficie trattata, recessioni, ipersensibilità e fastidio nel paziente durante le procedure.

Una valida alternativa potrebbe essere l'utilizzo di polveri di bicarbonato di sodio che permette la rimozione di placca batterica e macchie estrinseche ma a causa della sua alta granulometria (40-105 µm) risulta aggressivo su tessuti molli e duri.

La ricerca ha permesso di sfruttare le proprietà della glicina e dell'eritritolo per creare polveri specifiche a bassa granulometria, da utilizzare sopra e sottogengivali. Sono stati riscontrati numerosi vantaggi come la diminuzione del discomfort del paziente, la diminuzione del tempo di esecuzione, la possibilità di raggiungere zone di difficile accesso e soprattutto un minor danno tissutale.

Nello studio citato sono stati eseguiti i due trattamenti, PMPR nei quadranti 2 e 3 e EPAPT (Erythritol Powder Air Polishing Therapy) nei quadranti 1 e 4, utilizzando un rilevatore di placca su tutta la bocca.

Le due metodiche sono risultate sovrapponibili per quanto riguarda la sensazione di pulito provato dal paziente ma non il fastidio percepito: nella PMPR il valore è stato pari a 2 mentre nella EPAPT pari a zero. Per quanto riguarda il tempo impiegato è stato di 12'26" per la

strumentazione manuale e di 9'34" per l'utilizzo dell'air-polishing. L'efficacia riscontrata sulla rimozione della placca è risultata superiore nei settori trattati con EPAPT.

Il protocollo EPAPT ha quindi permesso di ottenere risultati clinici superiori rispetto al trattamento convenzionale risultando altrettanto conveniente in termini di compliance del paziente e una maggiore efficacia nel mantenimento di un buono stato di salute orale (18).

3.5 POLVERI PER AIR-POLISHING

Glicina

La polvere di glicina deriva dall'amminoacido glicina, è inodore e incolore e altamente solubile in acqua. Si ritiene abbia un effetto antinfiammatorio e immunomodulatore per cui tende a inibire l'attivazione di cellule infiammatorie.

Viene prodotta macinando cristalli di glicina, ottenendo particelle con una granulometria media di 25 μm .

Questa polvere permette di rimuovere in pochi secondi lo strato di placca sopragengivale ma anche di trattare tasche con sondaggio fino a 5 mm, senza causare effetti su cemento radicolare o dentina. Può essere un mezzo di terapia facile e confortevole sia per l'operatore che per il paziente (19).



Figura 2: polvere Air-Polishing Prophylaxis Perio con Glicina

Eritritolo

L'eritritolo è un alcol zuccherino derivante dall'eritrosio, ha un profilo metabolico non calorico, con un'elevata tolleranza gastrointestinale e non aumenta i livelli di glucosio nel sangue (20).

E' dimostrato che grazie alle sue proprietà antimicrobiche riduce l'insorgenza di carie, combatte la placca e migliora la salute del cavo orale. La sua granulometria di 14 µm lo rende la polvere più fine, permettendo un getto minimamente abrasivo (21).

La combinazione di eritritolo con 0,3 % di clorexidina, forte antimicrobico ad ampio spettro utilizzato nella pratica quotidiana in odontoiatria, crea una polvere con una granulometria di 14 µm che risulta ancora più efficace e meno invasiva soprattutto a livello sottogengivale (19).



Figura 3: polvere Air-polishing Prophylaxis Plus con Eritritolo

La polvere Airflow Plus con eritritolo a granulometria fine può essere utilizzata in tutti i tessuti duri del dente sopra e sottogengivale, su tessuti

molli come palato o lingua ma anche sottogengivale fino ai 9 mm, su restauri o protesi sia fisse che mobili come anche negli impianti soprattutto per prevenire mucositi o perimplantiti.

L'eritritolo è poliolo o alcol dello zucchero quindi un composto organico in cui ad ogni carbonio è legato un gruppo -OH. La sua formula è $C_4H_{10}O_4$ e deriva dall'eritritosio. Chimicamente appartiene alla classe dei monosaccaridi che comprende anche sorbitolo, mannitolo, xilitolo e glicerolo.

Condivide molte proprietà tipiche del sorbitolo o dello xilitolo, particolarmente importanti nell'applicazione pratica di questo materiale. Risulta avere una stabilità elevata in ambienti acidi e al calore; il gusto è zuccherato quindi piacevole ma senza avere potenziale cariogeno, una bassa conta calorica e un basso indice glicemico.

Viene prodotto mediante fermentazione e utilizzato in un'ampia varietà di prodotti alimentari già dal 1990 quando è stato autorizzato in molti grandi Paesi. Attualmente è approvato per l'uso in alimenti e bevande in più di 60 paesi in tutto il mondo.

In letteratura ci sono molte prove che dimostrino la sua non tossicità anche dopo l'ingestione in quantità maggiori: l'ingestione ripetuta di 1g/kg del peso corporeo è stata ben tollerata.

In odontoiatria l'eritritolo è stato analizzato per il suo potenziale di inibizione della crescita batterica nel biofilm, in modo più efficace dello xilitolo. Questo è probabilmente associato alla sua capacità di passare facilmente la membrana cellulare in modo passivo e sopprimere la crescita batterica attraverso alcuni percorsi enzimatici. Oltre a ciò si è riscontrato che l'eritritolo diminuisce l'aderenza degli streptococchi che

formano i polisaccaridi come *Streptococcus Mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus Salivarius* e *Streptococcus Sobrinus*.

Il potenziale anticariogeno attribuito all'eritritolo deriva da tre fattori principali: l'inibizione della crescita di *S. mutans*, la riduzione dell'adesione dello stesso alle superfici lisce e la riduzione dell'espressione dei geni coinvolti nel metabolismo del saccarosio (22).

Bicarbonato di sodio

Dagli anni '80 il bicarbonato di sodio è stato utilizzato nei primi dispositivi di lucidatura ad aria. È considerato un materiale abrasivo di alto livello con granulometria superiore rispetto alle altre, che varia da 40 µm a 65 µm. Si è visto che il suo utilizzo comporta un rischio sull'integrità di tessuti duri e molli e per i materiali da restauro. Un altro punto a sfavore è sicuramente l'aumento della rugosità di superficie, determinando maggiore adesione batterica e quindi formazione di biofilm con conseguenze che potrebbero compromettere la salute del cavo orale (23). Inoltre questa polvere non deve essere diretta su una superficie radicolare o su una tasca attiva ma solamente sulla superficie coronale dello smalto (24).



Figura 4: polveri Air-Polishing Prphylaxis Classic con Bicarbonato di sodio

Fosfosilicato di sodio e di calcio

Il Fosfosilicato di sodio e di calcio è un vetro bioattivo composto da elementi naturali come calcio, fosfato, silice e sodio. Questo composto tende a promuovere la rigenerazione delle superfici dei denti danneggiati, creando uno strato superficiale simile allo smalto stesso. Le sue proprietà sono state dimostrate anche nell'ambito dell'ipersensibilità dentinale, in quanto risulta in grado di ridurre la permeabilità di tale tessuto e occludere i tubuli dentinali (25).

3.6 GBT - Guided Biofilm Therapy

La Guided Biofilm Therapy è un protocollo standardizzato di prevenzione, profilassi e terapia in grado di essere modulato e adattato alle esigenze del singolo soggetto.

Questo si basa su una serie di fasi di trattamento testate singolarmente in vari studi clinici, che hanno dimostrato la loro efficacia.

Le differenze principali che lo rendono più efficace rispetto ai trattamenti convenzionali sono:

- Localizzazione: il biofilm diventa visibile grazie all'utilizzo di rivelatori di placca
- Airflow: la qualità della rimozione del biofilm tramite airflow con polveri sottili è di superiore rispetto alla strumentazione manuale
- Piezon: l'ablatores Piezon permette di rimuovere accumuli di tartaro limitando l'uso di strumenti manuali traumatici
- Nessuna lucidatura: le superfici dei denti sono perfettamente pulite per cui non è più necessario lucidare con pasta, spazzolini rotanti e cospette.



Figura 5: Logo Guided Biofilm Therapy

Questo protocollo si basa su 8 step:

1. Diagnosi e controllo delle infezioni: valutare ogni caso ed eseguire misure di igiene.

Inizialmente si prevede uno sciacquo per il paziente con un collutorio antibatterico per diminuire la carica batterica dell'aerosol per poi proseguire con un esame obiettivo di denti, gengive, tessuti parodontali, impianti e tessuti peri-implantari.

2. Localizzazione: rendere visibile il Biofilm.

Applicare il rilevatore di placca permette al paziente di capire quali sono i siti in cui l'accumulo di placca è maggiore e diventa una guida sia per il professionista che sta eseguendo la seduta che per l'igiene orale domiciliare. Questo permette inoltre la rimozione mirata del biofilm per il clinico evitando il rischio di sovrastrumentazione.

3. Motivazione: aumentare la consapevolezza ed educare.

Sottolineare l'importanza dell'igiene orale domiciliare è fondamentale in quanto il solo lavoro in studio professionale non basta per mantenere uno stato di salute orale per cui diventa necessario istruire, motivare e consigliare al paziente l'utilizzo di filo interdentale o scovolini, spazzolino elettrico o manuale e dentifricio.

4. Airflow Max: rimuovere biofilm, macchie, tartaro di recente formazione.

La tecnologia Air-flow permette di rimuovere biofilm sopragengivale e sottogengivale fino a 4 mm grazie alla polvere Plus. Può essere utilizzato sia in denti naturali che in restauri e impianti, risultando minimamente invasivo e indolore.

5. Perioflow: rimuovere il biofilm in tasche da 4 a 9 mm.

In zone precedentemente diagnosticate è possibile utilizzare il puntale Perioflow, più sottile e con misuratore di profondità per trattare tasche dai 4 ai 9 mm e forcazioni radicolari. Risulta ottimo per terapie parodontali iniziali o di supporto anche nel caso di prevenzione o terapia nei casi di mucositi o peri-implantiti.

6. Piezon PS: rimuovere il tartaro residuo.

Dopo aver rimosso il biofilm batterico risulta estremamente più semplice individuare il tartaro residuo ed eliminarlo con il manipolo Piezon PS EMS minimamente invasivo a livello sopragengivale e sottogengivale fino ai 10 mm. Sugli impianti e restauri è possibile arrivare ad una profondità di 3 mm sottogengivale. La punta è liscia e sottile come una sonda, delicata sulle gengive e assicura una minima invasività anche grazie al movimento lineare e controllato.

7. Controllo

Al termine della seduta è importante eseguire un nuovo controllo del cavo orale in modo da capire se biofilm e tartaro sono stati completamente rimossi ed eventualmente evidenziare nuovi aspetti come carie nascoste. Si passa poi ad un'applicazione topica di fluoro remineralizzante senza lucidare con cospette e paste abrasive.

8. Richiamo

Dopo aver concluso la prima seduta di igiene orale con il protocollo GBT è necessario programmare sedute di controllo in modo da monitorare la situazione del paziente e il suo status di salute.

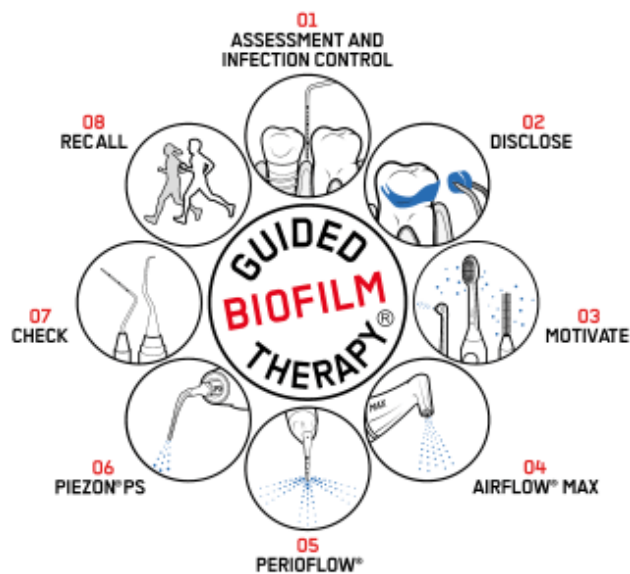


Figura 6: Gli 8 step della Guided Biofilm Therapy

Questo protocollo può essere applicato nei vari casi di malattia parodontale causata dal biofilm batterico.

Nel caso di una gengivite si esegue il protocollo concentrandosi soprattutto nelle zone sopragengivali, con rilevatore e Airflow; nel caso di una parodontite durante il trattamento ci si concentrerà anche in zone sottogengivali grazie anche al Perioflow e al Piezon PS.

Nel caso di mucositi o perimplantiti il trattamento sarà il medesimo ed è particolarmente indicato per la gestione del biofilm in quanto minimamente invasivo.

E' un protocollo che può trovare la sua applicazione in tutti i settori dell'odontoiatria. Dalla pedodonzia dove permette ai bambini di imparare da subito buone norme di igiene orale grazie all'istruzione guidata dal rilevatore di placca e mirata. In ortodonzia aiuta a prevenire le demineralizzazioni, carie o white spot dovute al trattamento

ortodontico in corso e consente di mantenere una buona igiene anche in zone in cui risulta particolarmente complicato (26).

4. SCOPO DELLO STUDIO

Il presente studio pilota ha lo scopo di analizzare se e in quale misura l'utilizzo di Air-polishing con polvere di eritritolo abbia influenza sulla superficie dei tessuti duri dello smalto, quando questi sono ricoperti da uno strato di placca batterica.

In particolare l'obiettivo è capire se effettuando un doppio passaggio con due direzioni diverse ossia apico-coronale e corono-apicale, ci siano differenze da un singolo passaggio convenzionale apico-coronale.

Tenendo in considerazione che tra le varie polveri presenti in commercio l'Eritritolo è quella con granulometria più fine e utilizzabile su tutti i tipi di superfici, si è scelto di optare per la polvere AIRFLOW® PLUS di EMS.

La sperimentazione è stata eseguita in vitro, prendendo come campione denti bovini precedentemente estratti. Una volta eseguiti tutti i passaggi il campione è stato analizzato al Microscopio Elettronico a Scansione SEM.

5. MATERIALI E METODI

La parte pratica di trattamento del campione è stata eseguita presso la UOC Clinica di Odontostomatologia di Padova mentre le analisi di laboratorio presso il Laboratorio di Microscopia Elettronica a Scansione SEM del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova.

I materiali utilizzati sono:

- Leva chirurgica
- Pinza da estrazione
- 32 denti bovini (incisivi, premolari)
- Cristalli di timolo
- 1 litro d'acqua
- Panno asciutto
- Materiale per biofilm artificiale
- EMS Prophylaxis Master
- Manipolo Airflow max
- Polvere PLUS con eritritolo
- Microscopio elettronico a scansione SEM.

Sono stati estratti 32 denti bovini interi con leva chirurgica e pinza da estrazione; poi sono stati immersi in una soluzione disinfettante contenente 1 litro d'acqua e 5 grammi di cristalli di timolo dove sono stati conservati 7 giorni.

Si è scelto di utilizzare il timolo in quanto risulta essere un forte antimicrobico e fungicida, oltre che antinfiammatorio e antiossidante.

Inoltre è in grado di uccidere batteri come lo *Staphylococcus Aureus* e di inibire il rilascio di enterotossine.

Il timolo è un fenolo presente nelle piante del genere *Thymus*, dal quale prende il nome. Spesso viene utilizzato nell'industria alimentare per la sua proprietà aromatizzante e conservante, nelle formulazioni commerciali per zanzare per il suo effetto repellente naturale, nell'aromaterapia e nella medicina tradizionale per il trattamento di sintomi più lievi come mal di testa (27).

Trascorsi 7 giorni i denti sono stati asciugati e puliti da tutti i residui ancora presenti in modo manuale. E' stata poi applicata sulla superficie vestibolare coronale di 31 denti una soluzione precedentemente creata intenta a simulare il biofilm normalmente presente nel cavo orale.

È stato necessario quindi trovare un sostituto della placca batterica ma nonostante le ricerche su Pubmed non vi sono studi che presentino una miscela adatta. Si è quindi deciso di basarsi su uno studio dove sono state ricreate, con vari materiali, delle sostanze paragonabili alla placca per consistenza e capacità di adesione (28).

Questa soluzione contiene al proprio interno materiale facilmente reperibile: farina, acqua e colorante alimentare rosso.



Figura 7: 30 denti bovini ricoperti con placca artificiale

Il giorno seguente, quando la miscela si è asciugata si è passati al trattamento air-polishing.

Sono stati creati in modo randomizzato due gruppi da 15 denti l'uno; nel primo gruppo (gruppo A) è stata eseguito eseguito un singolo passaggio di air-polishing in senso apico-coronale ed è stata eliminata tutta la simil placca presente. Nel secondo gruppo (gruppo B) è stato eseguito un primo passaggio di air-polishing in senso apico-coronale e poi un secondo passaggio in senso corono-apicale eliminando anche qui la placca presente.

Il manipolo Air-polishing è stato agganciato in modo da avere la possibilità di standardizzare la posizione del getto; ogni elemento è stato tenuto ad una distanza di 2 mm dall'ugello e la potenza è stata

impostata a 3 su 10. L'acqua come da indicazione è stata impostata al massimo ossia 10 su 10.

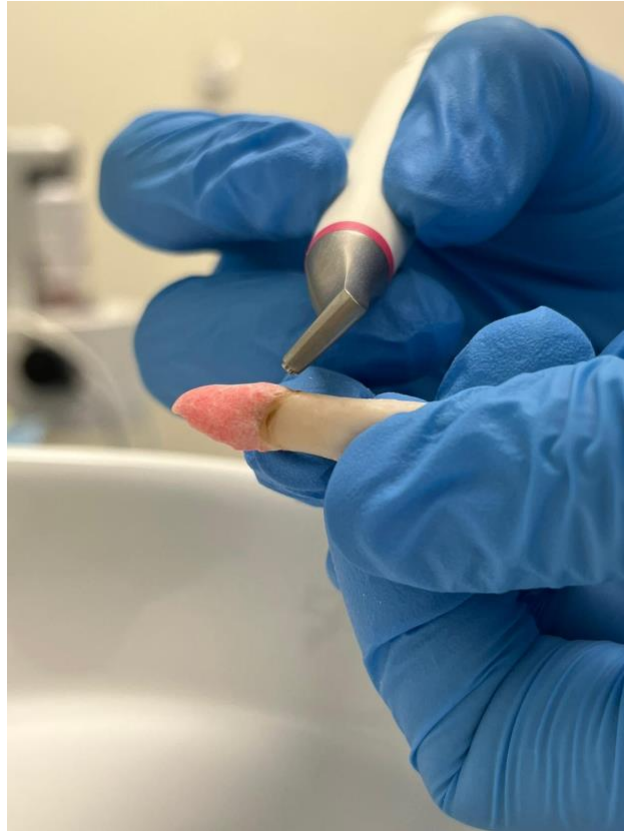


Figura 8: trattamento Air-Polishing su denti bovini

Il gruppo C non è stato eseguito alcun trattamento e il gruppo D in cui è stato applicato uno strato di placca, sono stati utilizzati come campioni di controllo.

Dopo il trattamento pratico del campione si è passati all'analisi di questo presso il laboratorio del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova. Il Dipartimento è dotato del Microscopio

elettronico a scansione SEM della Tescan, una tecnologia di ultima generazione che permette un imaging ad alta risoluzione.

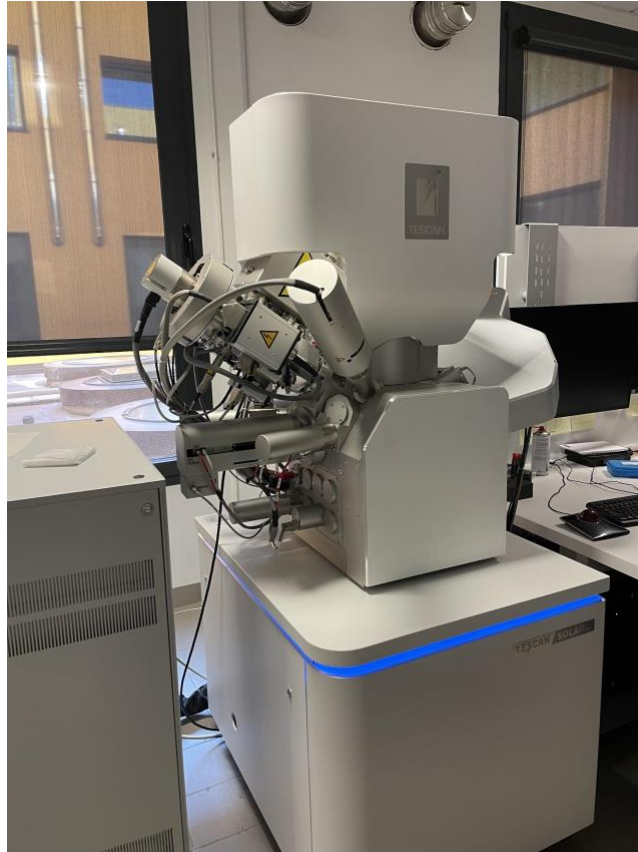


Figura 9: microscopio SEM presso il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova

Il Microscopio elettronico a scansione SEM è un tipo di microscopio che produce immagini del campione analizzato tramite scansione della superficie sfruttando un raggio di elettroni; questi ultimi interagiscono con gli atomi del campione, i quali producono una serie di segnali di risposta in merito alla loro topografia e alla composizione. Il fascio di elettroni viene scansionato in uno schema raster e la posizione del fascio

di elettroni viene combinata con la potenza del segnale rilevata per produrre un'immagine.

In questo caso le immagini si otterranno sfruttando rivelatori di elettroni secondari SE.

Il segnale dell'elettrone secondario tende ad essere altamente concentrato nel punto di impatto del fascio di elettroni primario, consentendo un'immagine della superficie del campione con una risoluzione inferiore a 1 nm.

Le micrografie SEM hanno una grande profondità di campo, permettendo di avere un aspetto tridimensionale che fornisce indicazioni circa la struttura superficiale del campione.

È inoltre possibile avere una varia gamma di ingrandimenti, da circa 10 volte a più di 500'000.

Il campione in questione, essendo non conduttivo, richiede una preparazione speciale altrimenti sussiste il rischio di errori di scansione o altri artefatti dell'immagine.

Infatti i materiali non conduttivi vengono rivestiti con un rivestimento ultrasottile di materiale conduttivo, depositato sul campione mediante rivestimento a spruzzo o per evaporazione ad alto vuoto; i materiali che vengono utilizzati includono oro, lega oro/palladio, platino, iridio, tungsteno, cromo, osmio e grafite (29).

In questo studio il campione è stato metallizzato con grafite e argento liquido con uno spessore di circa 10 nm.



Figura 10: denti bovini metallizzati con grafite

Dopo avere effettuato le analisi sulle superficie dei denti, 3 elementi del gruppo A e 3 del gruppo B e gli elementi di controllo del gruppo C e D sono stati tagliati in senso verticale per effettuare analisi del profilo. Questi elementi sono stati metallizzati con oro, il quale permette di avere una visione morfologica più precisa.

5.1 EMS Airflow Prophylaxis Master

AIRFLOW Prophylaxis Master è l'ultima innovazione del gruppo svizzero EMS per la Guided Biofilm Therapy, progettato per l'uso professionale ad alta precisione e permette prestazioni dai più alti standard.



Figura 11: EMS Airflow Prophylaxis Master

E' composto dal manipolo Airflow Max, fondamentale nel protocollo GBT, ri-progettato con una nuova tecnologia laminare consentendo una sinergia precisa tra aria, polvere e acqua: il percorso diventa rettilineo e parallelo, colpisce la superficie seguendo uno schema regolare e focalizzato in modo da permettere maggiore visibilità dell'area.

Figura 12: manipolo Airflow Max



L'ugello stesso di forma esagonale riduce la dispersione di aerosol e il canale della polvere permette una regolazione precisa del flusso, generando maggiore accelerazione delle particelle.

Il manipolo Perioflow, utilizzato con polvere Plus, è indicato per la strumentazione sottogengivale di tasche parodontali o peri-implantari fino ai 9 mm. Permette un trattamento mini-invasivo ma sicuro, consentendo anche una misurazione accurata della tasca grazie alla scala graduata presente su ogni puntale monouso a 3mm, 5mm, 7mm e 10 mm.

Il manipolo Piezon ad ultrasuoni viene utilizzato dopo il trattamento Airflow per la rimozione di tartaro residuo a livello sopra e sottogengivale. Il disco interno in piezoceramica permette movimenti lineari e la luce LED incapsulate nel manipolo consentono una maggiore visibilità. È inoltre possibile controllare la temperatura

dell'acqua a 25°C, 30 °C, 35°C e 40°C in modo da rendere la seduta ideale per pazienti particolarmente sensibili (30).

6. RISULTATI

Grazie al microscopio SEM sono state fatte delle analisi in merito alla superficie esterna dello smalto bovino dopo l'utilizzo di Air Polishing bidirezionale. Da queste analisi e dalle immagini ottenute sono state fatte delle considerazioni visive in base a come appariva la superficie post-trattamento.

Le immagini ottenute dal laboratorio sono 44 per le analisi della superficie e 15 per gli elementi sezionati.

Sono state escluse 6 delle immagini della superficie in quanto troppo scure per avere dei riferimenti chiari dell'aspetto reale del dente.

Tutte le immagini invece degli elementi sezionati sono state scartate quindi non prese in considerazione perchè la superficie risultava danneggiata dal processo di taglio degli elementi.

Basandosi sul FoV, ossia il Field of View quindi il campo visivo che definisce le dimensioni dell'elemento da acquisire (31), sono stati fatti in totale 12 confronti fra i tre gruppi di immagini.

SUPERFICI DI ELEMENTI NON TRATTATI (GRUPPO C)

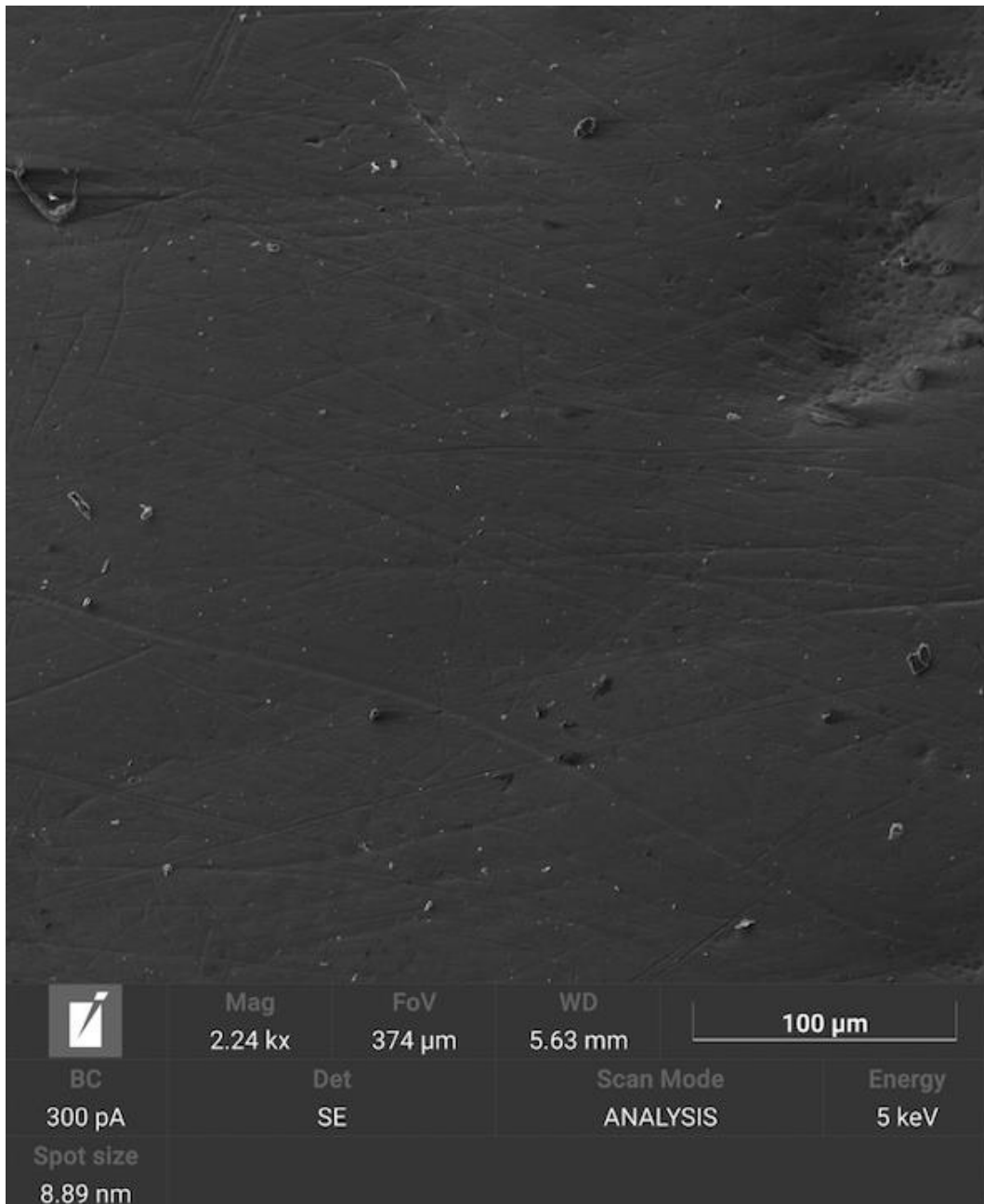


Figura 13: Sezione di superficie di smalto visionata a microscopio SEM con FoV pari a 347 μm

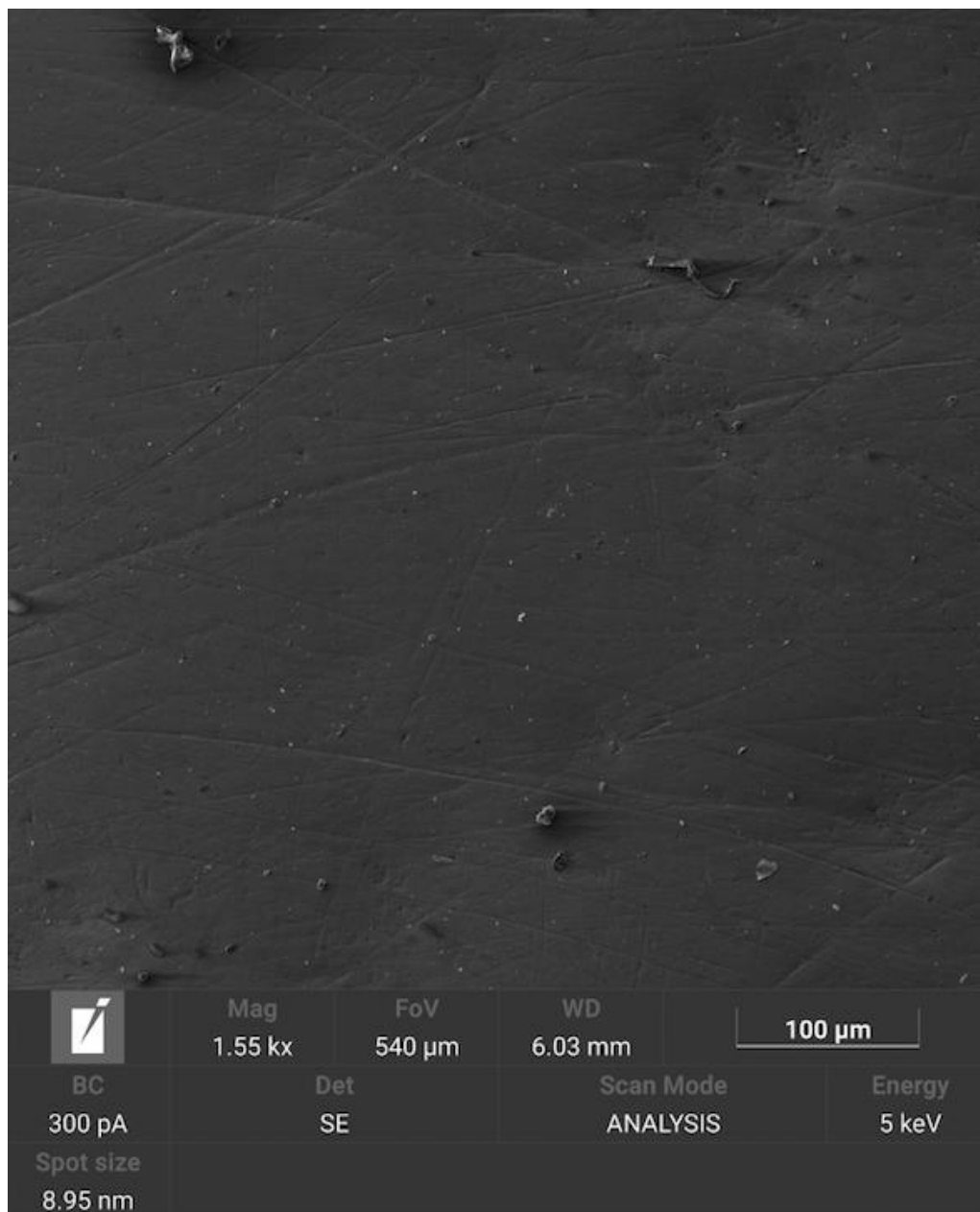


Figura 14: Sezione di superficie di smalto non trattato visionata a microscopio SEM con FoV pari a 540 μm

Le superfici del gruppo C mostrano una superficie leggermente usurata: di base è liscia e omogenea ma più il FoV dell'immagine aumenta più è possibile vedere delle piccole lesioni scavate sulla superficie.

SUPERFICI DI ELEMENTI TRATTATI IN SENSO UNIDIREZIONALE (GRUPPO A)

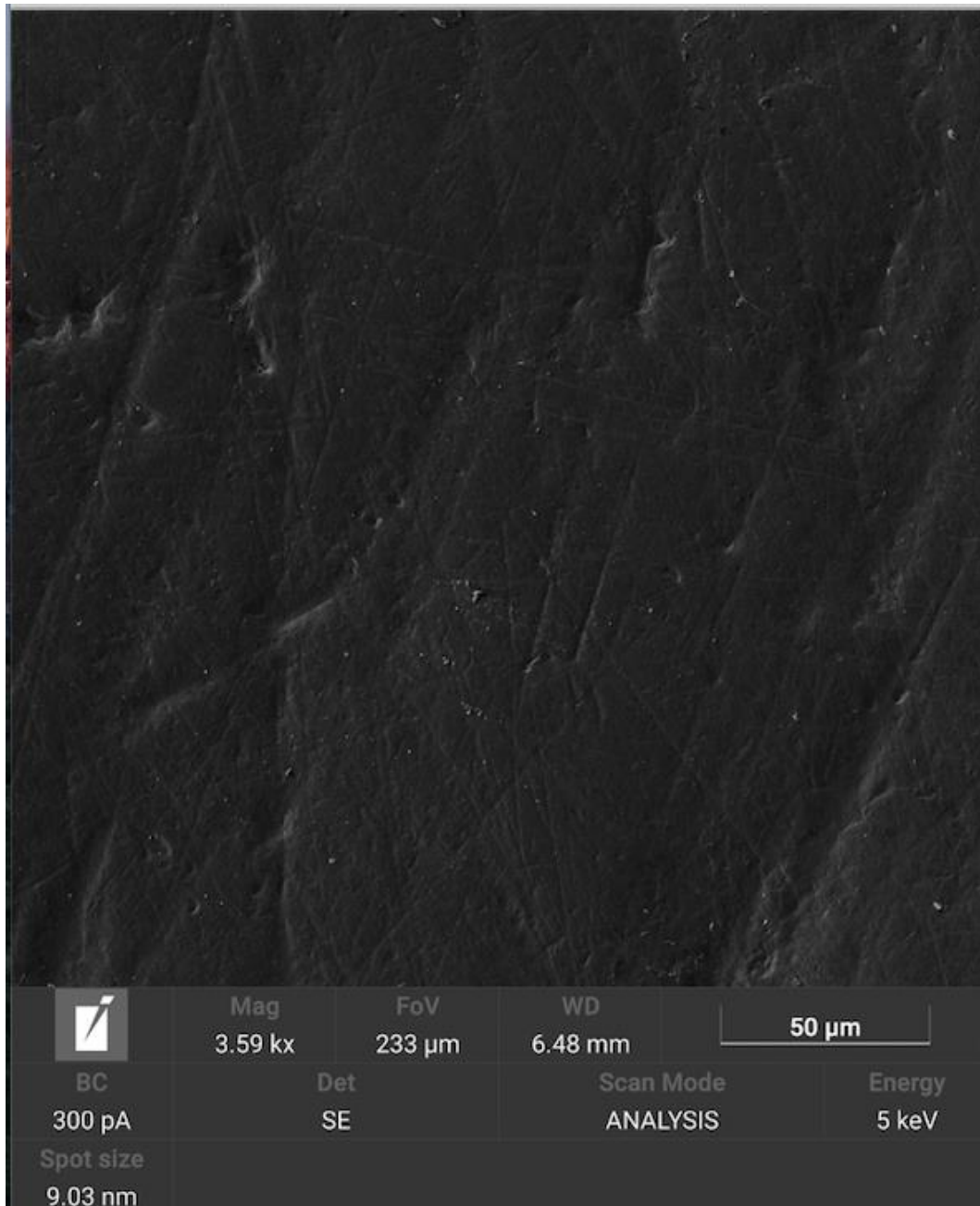


Figura 15: Sezione di superficie di smalto visionata a microscopio SEM con FoV pari a 233 μm

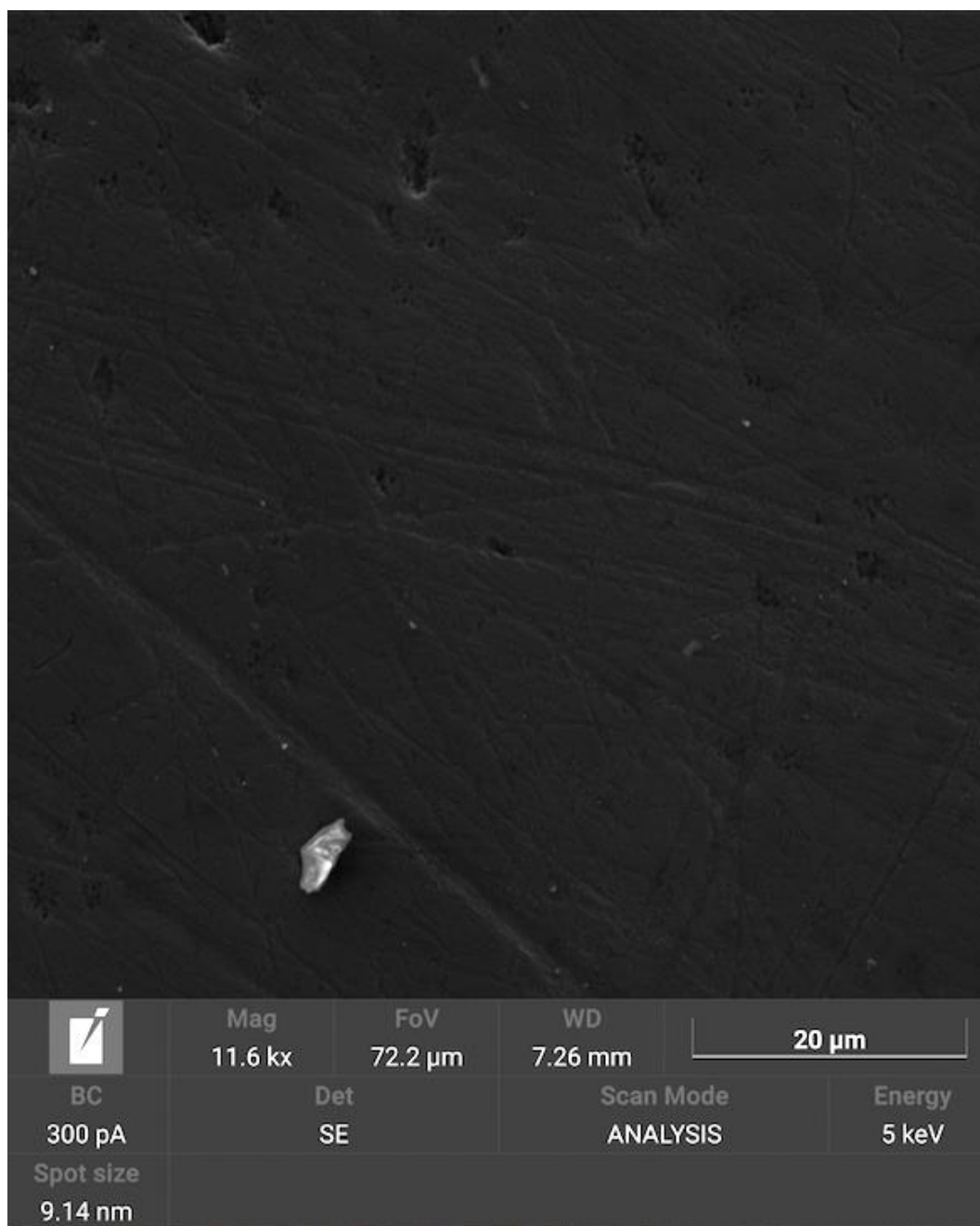


Figura 16: Sezione di superficie di smalto visionata a microscopio SEM con FoV pari a 72.2 μm

Le superfici del gruppo A, oltre a presentare gli stessi segni del gruppo C, mostrano la presenza di scanalature e segni anche se poco apprezzabili.

SUPERFICI DI DENTI TRATTATI IN SENSO BIDIREZIONALE
(GRUPPO B)

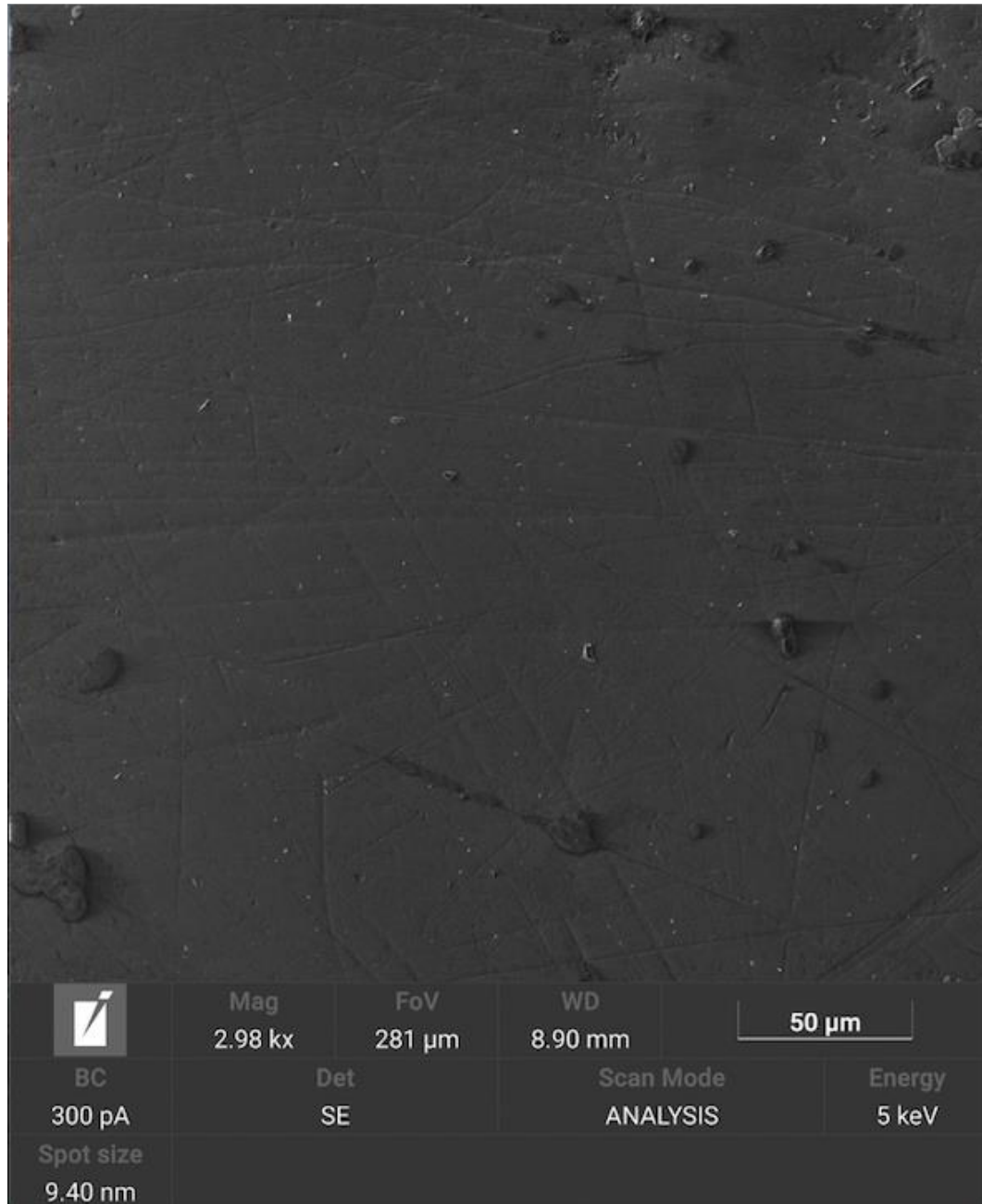


Figura 17: Sezione di superficie di smalto visionata a microscopio SEM con FoV pari a 281 µm

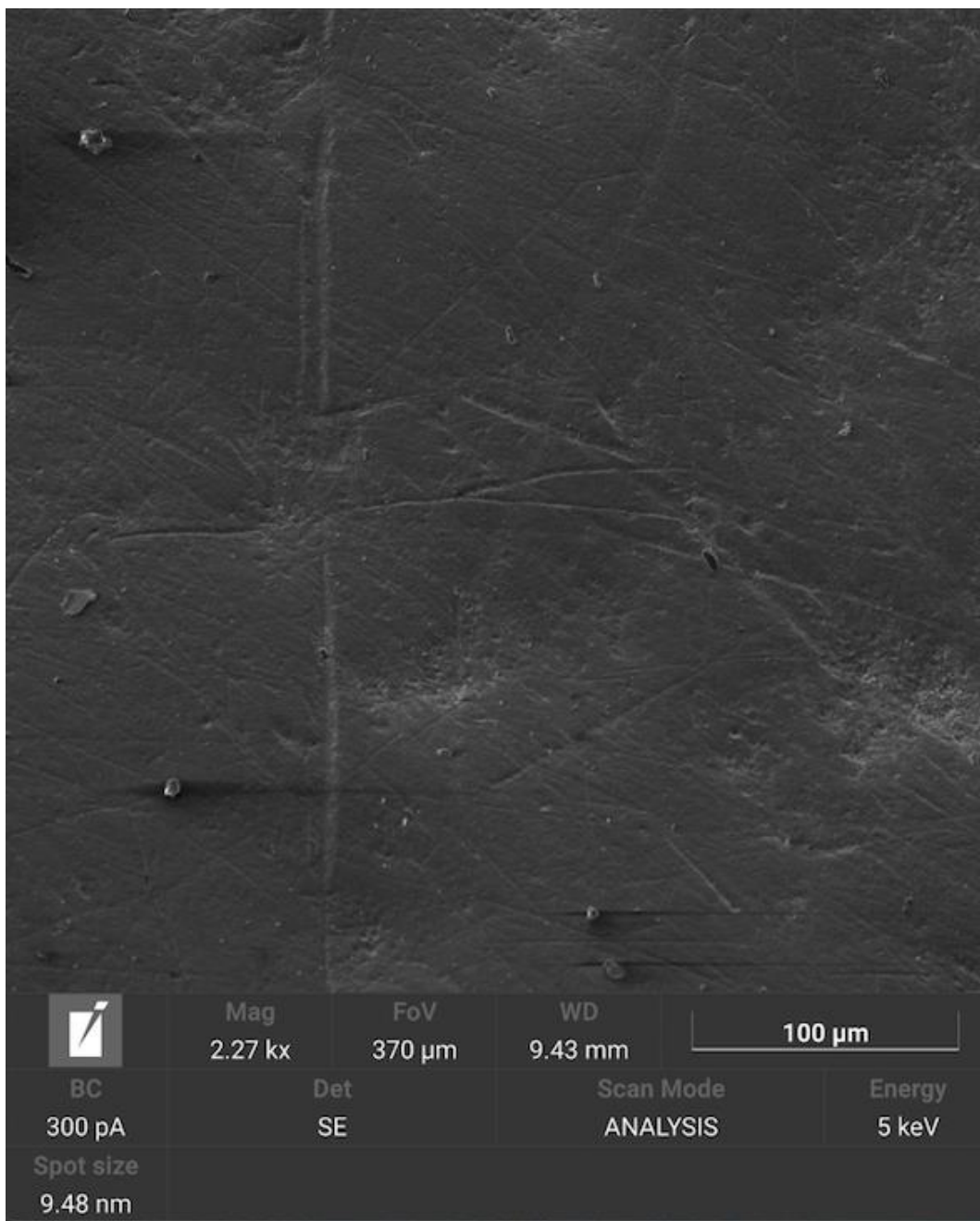


Figura 18: Sezione di superficie di smalto visionata a microscopio SEM con FoV pari a 370 μ m

Le superfici del gruppo B presentano segni totalmente compatibili con quelli del gruppo A.

7. DISCUSSIONE

L'obiettivo di questo studio era di ricercare e valutare se la polvere di eritritolo, universale e versatile, possa provocare danni sulla morfologia della superficie dello smalto se questo viene trattato una o due volte.

Sebbene le principali ricerche effettuate finora si siano occupate della rugosità di superficie della dentina pre e post trattamento o della perdita di questo tessuto, il risultato finale è che gli effetti negativi sono minimi o nulli.

In uno studio condotto nel 2020 presso il Dipartimento di Parodontologia in Amburgo (32) si è voluto indagare con uno studio in vitro se a diverse impostazioni di pressione, distanza e angolazione del getto di air-polishing con polvere di eritritolo, variava la perdita di dentina. L'angolazione è stata angolata a 45° o 90°, la pressione del getto è variata da minimo, medio e massimo mentre la distanza tra l'ugello e la superficie è stata a 1 mm, 3 mm e 5 mm.

Analizzando i risultati ottenuti l'ipotesi nulla è stata scartata, affermando che la lucidatura ad aria con Eritritolo determina una perdita di sostanza della dentina. Questa dipende non solo dal materiale delle particelle, dalla loro dimensione, durezza e forma ma anche dalla durezza e dalla struttura della superficie esposta. Infatti è fondamentale ricordare la diversità di base tra smalto o dentina: Eritritolo o Glicinia (LAA, polveri per lucidatura a bassa abrasività) possono essere considerati sicuri su entrambi mentre polveri come il Bicarbonato di sodio invece potrebbe facilmente danneggiare la dentina rispetto allo

smalto e la perdita di tessuto conseguente sarebbe in misura maggiore rispetto a LAA.

Si è concluso che l'Eritritolo, come tutte le altre polveri Air-polishing determina una perdita di sostanza dentinale, che variava comunque a seconda dei parametri testati: la distanza ugello-superficie si è dimostrata la più importante, l'angolazione e la pressione mostrano effetti inferiori.

E' stato condotto uno studio (33) dove si è voluto indagare sull'abrasione superficiale post trattamento Airflow con polvere di Eritritolo in confronto alla classica pasta da profilassi con coppette su quattro diversi materiali da restauro. Questi materiali sono un nanocomposito, un cemento vetroionomerico, una lega di metallo e una ceramica.

Si è visto che la polvere per lucidatura ad aria con eritritolo mostra una minore abrasione e rugosità su composito, ceramica e lega di metallo rispetto alla classica lucidatura con pasta e coppette; su cemento vetroionomerico invece si è dimostrata più abrasiva la polvere rispetto alla coppetta, attribuibile alle elevate proprietà di usura e alla struttura più morbida del composto.

Al termine di questo studio gli autori hanno affermato che una polvere di Eritritolo può essere raccomandata per la profilassi dentale su restauro permanente.

In un altro studio (34) del 2020 il Dott. Reinhart ha studiato il potenziale di pulizia di tre differenti polveri e il loro effetto sulle superfici implantari.

Sono stati identificati quattro differenti gruppi sperimentali: glicina, eritritolo, bicarbonato di sodio e acqua come gruppo controllo.

Gli impianti sono stati trattati all'interno di un modello di difetto osseo stampato tridimensionale e il corpo dell'impianto è stato rivestito con uno strato di inchiostro rosso per rappresentare un accumulo di placca.

A trattamento concluso sono stati analizzati gli impianti tramite fotografia digitale, microscopio elettronico e analisi visive. Si è visto che la polvere al bicarbonato di sodio è stata la più efficace nella rimozione dell'inchiostro, seguita da glicina ed eritritolo.

Per quanto riguarda invece la rugosità di superficie il bicarbonato di sodio si è dimostrato particolarmente invasivo sia nella zona del colletto che nelle spire dell'impianto, mentre eritritolo e glicina hanno mostrato modifiche minori nella zona del colletto ma non nelle spire.

Si è concluso che polveri con particelle più grandi hanno una buona capacità di rimozione del biofilm sebbene causino cambiamenti significativi sulla superficie; particelle più piccole creano meno cambiamenti morfologici nella superficie pur rimuovendo efficacemente il biofilm.

8. CONCLUSIONI

Dall'esame visivo delle superfici trattate con Air-Polishing si è concluso che:

1. La polvere con eritritolo risulta sicura e poco abrasiva su tutte le superfici del cavo orale
2. Il sistema Air-Polishing utilizzato con polveri a granulometria fine come terapia di supporto e di profilassi è sicura e versatile in quanto può essere applicata in quasi tutte le tipologie pazienti. Ne sono esenti quelli che presentano problemi respiratori.
3. Le superfici in questione a seguito del diverso trattamento subito non hanno dimostrato differenze in termini morfologici per cui si possono ritenere entrambi sicuri e validi.

Questo studio non basta per poter affermare la poca abrasività della polvere con Eritritolo, sono necessarie altre ricerche con risultati più certi che confermino tale tesi.

BIBLIOGRAFIA

1. Antonella Tani Botticelli, *Imparando dall'esperienza (Seconda edizione)*. Ed: Ariminum Odontologica, 2007.
2. Adamo S, Bernardini N, Boitani C, Bonsi C, Bouchè M, Brun P, Canipari R et al. *Elementi di Istologia e cenni di Embriologia*. Ed: PICCIN, 2019.
3. Kabita Chatterjee. *Essentials of Dental Anatomy & Oral Histology (Second Edition)*. Ed: Jaypee (2014).
4. Rajkumar K, Ramya R, *Textbook of oral anatomy, histology, physiology and tooth morphology (2nd edition)*. Ed: Wolters Kluwer, 2017.
5. B.K.B. Berkovitz, G.R. Holland, B.J.Moxham; *Oral Anatomy, Histology and Embriology (Fourth Edition)*. Ed: Mosby-Elsevier, 2009.
6. Papaccio Gianpaolo, Tirino Virginia. *Atlante di Istologia (terza edizione)*. Ed: Idelson-Gnocchi, 2017.

7. Beniash E, Stifler C, Sun C et al. *The hidden structure of human enamel*. Nature Communications, 2019; 10: 4383. [Pubmed]

8. Ghaeth H Yassen, Jeffrey A Platt, Anderson T Hara; *Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature*. Journal of Oral Science, 2011, Vol 53, No. 3, 273-282. [Pubmed]

9. Chaoyang Wang, Yi Fang, Ling Zhang, Zhiwei Su, Jingqiu Xu, Baiping Fu. *Enamel microstructural features of bovine and human incisors: A comparative study*. Elsevier, 2021; Annals of Anatomy 235 (2021) 151700. [Pubmed]

10. Adubara et al., 2004; Fonseca et al., 2008; Souza-Gabriel et al., 2010; Laurance-Young et al 2011; Bechtle et al., 2012.

11. Hagi T. Tobias, Klemensberger Sabrina, Bereiter Riccarda, Nietzsche Sandor, Cosgarea Raluca, Flury Simon, Lussi Adrian, Sculean Anton, Eick Sigrun. *A Biofilm Pocket Model to Evaluate Different Non-Surgical Periodontal Treatment Modalities in Terms of Biofilm Removal and Reformation, Surface Alterations*

and Attachment of Periodontal Ligament Fibroblasts. PLoS one, 2015; 10 (6). [Pubmed]

12.Kilian M, Chapple ILC, Hanning M, Marsh PD, Meuri V, Pedersen AML, Tonetti MS, Wade WG, Zaura E. *The oral microbiome - an update for oral healthcare professionals*. British Dental Journal, 2016, 221 (10). pp. 657-666. [Pubmed]

13.eHOMD: [Human Oral Microbiome Database](#)

14.Lu Gao, Tiansong Xu, Gang Huang, Song Jiang, Yan GU, Feng Chen. *Oral microbiomes: more and more importance in oral cavity and whole body*. Protein & Cell 9 (2018), 488-500. [Pubmed]

15.Lindhe Jan, Lang Niklaus P. *Parodontologia clinica e implantologia orale (sesta edizione)*. Ed: Edi.Ermes (2015).

16.Sistema Air-Polishing Combi touch, Prof. Gianna Maria Nardi;
https://mectron.it/fileadmin/user_upload/dental/general/pdf/manuals/it_man_COMBI-touch.pdf

17. Gregor J Petersilka. *Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections*. Periodontology 2000, 2011; Vol. 55, 124-142. [Pubmed]
18. M. Mensi, M. Dalè, A. Sordillo. *Una nuova metodica di rimozione del biofilm con polvere di eritritolo guidata da rilevatore di placca - Caso clinico*. Dental Cadmos, 2017; 85(2)112-118. [Pubmed]
19. Drago L, Del Fabbro M, Bortolin M, Vassena C, De Vecchi E, Taschieri S: *Biofilm Removal and Antimicrobial Activity of Two Different Air-Polishing Powders: An In Vitro Study*. Journal of Periodontology, 2014; 85: e363-e369. [Pubmed]
20. Peter De Cock: *Erythritol Functional Roles in Oral-Systemic Health*. Journal of Dental Research, 2018; 29(1): 104-109. [Pubmed]
21. Air-flow Powder Plus: [AIR-FLOW POWDER PLUS | EMS Dental](#)

22. Peter de Cock, Kauko Makinen, Eino Honkala, Mare Saag, Elke Kennepohl, Alex Eapen. *Erythritol Is More Effective Than Xylitol and Sorbitol in Managing Oral Health Endpoints - Review Article*. International Journal of Dentistry, 2016; 2016: 9868421. [Pubmed]

23. Janiszewska-Olszowska J, Drozdziak A, Tandecka K, Grocholewicz K: *Effect of air-polishing on surface roughness of composite dental restorative material-comparison of three different air-polishing powders*. BMC Oral Health, 2020. [Pubmed]

24. P. Coscarella, J. Lopez-Malla, A. Coscarella, M. Deflorian, R. Scaini, S. Taschieri, F. Zuffetti. *Studio sperimentale in vitro con microscopio a scansione delle superfici dentali trattate con tre diverse polveri di Air-Polishing: risultati preliminari*. Quintessence International, 2020; 34(04/19):64-71.

25. Sarah J. Graumann, Michelle L. Sensat, Jill L. Stoltenberg. *Air Polishing: A Review of Current Literature*. Journal of Dental Hygiene, 2013; 87 (4) 173-180. [Pubmed]
26. EMS - GUIDED BIOFILM THERAPY: [EMS PDF-Viewer](#)
27. Marchese A, Orhan IE, Daglia M, Barbieri R, Di Lorenzo A, Nabavi SF, Gortzi O, Izadi M, Nabavi AM: *Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature*. Food Chemistry, 2016, 210; 402-414. [Pubmed]
28. Aragona V, Di Fiore A, Fantin F, Stellini E. *Confronto di due tecniche di igiene orale su impianti: studio sperimentale in vitro*. 2012-2013.
29. Microscopia elettronica a scansione - Teoria e strumentazione
[Teoria della microscopia elettronica — Sistemi IXRF](#).
30. EMS Airflow Prophylaxis Master, EMS: [AIRFLOW](#)
[PROPHYLAXIS MASTER | EMS Dental](#)

31. Scanning Electron Microscope Magnification, Thermo Fisher Scientific: <https://www.thermofisher.com/it/en/home/materials-science/learning-center/applications/scanning-electron-microscope-magnification.html>
32. Jella C Kroger, Mikael Haribyan, Ibrahim Nergiz, Petra Schmage. *Air polishing with Erythritol powder - In vitro effects on dentin loss*. J Indian Society of Periodontology, 2020; 24(5):433-440. [Pubmed]
33. David Reinhart, Preeti Singh-Husgen, Stefan Zimmer, Mozhgan Bizhang. *In-vitro influence of the use of an Erythritol powder through air polishing on the surface roughness and abrasiveness of various restorative materials*. PLoS One, 2022; 17(7): e0270938. [Pubmed]
34. Victor H. Matsubara, Bron W., Marcus J. L., Zacharij Lawrence, Thomas Becker, Alessandro Quaranta. *Cleaning potential of different air abrasive powders and their impact on implant surface roughness*. Clinical Implant Dentistry and Related Research, 2020; 22:96-104. [Pubmed]

