

Ο Φθοριούχος Διαμμινόαργυρος (Silver Diammine Fluoride -SDF) στην κλινική οδοντιατρική πράξη

Χ. ΜΠΑΛΑΣΟΥΛΗ¹, Σ. ΔΑΥΪΔΟΠΟΥΛΟΥ², Ζ. ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΙΔΟΥ³, Ε. ΧΑΛΒΑΤΖΟΓΛΟΥ⁴, Κ. ΑΡΑΠΟΣΤΑΘΗΣ⁵, Α. ΑΡΧΑΚΗΣ⁶
Εργαστήριο Προληπτικής Οδοντιατρικής, Περιοδοντολογίας και Βιολογίας Εμφυτευμάτων, Τμήματος Οδοντιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας, ΑΠΘ

Silver Diammine Fluoride (SDF) in clinical dental practice. Review of the literature

C. BALASOULI¹, S. DAVIDOPOULOU², Z. MAVROGIANNIDOU³, E. CHALVATZOGLOU⁴, K. ARAPOSTATHIS⁵, A. ARHAKIS⁶

Department of Preventive Dentistry, Periodontology and implant Biology

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τον Φθοριούχο Διαμμινόαργυρο (Silver Diammine Fluoride- SDF), τις ενδείξεις και αντενδείξεις χρήσης του, το μηχανισμό δράσης, την τοξικότητα καθώς και την κλινική εφαρμογή και αποτελεσματικότητα του. Το SDF είναι ένα άχρωμο διάλυμα αμμωνίας που περιέχει άργυρο και ιόντα φθορίου. Η χρήση του αποσκοπεί τόσο στην πρόληψη και αναχαίτηση της τερηδόνας όσο και στην απευαισθητοποίηση της οδοντίνης. Η αλλεργία στον άργυρο ή/και στα βαρέα μέταλλα, η εγκυμοσύνη ή η ένδειξη πολφικής φλεγμονής, αποτελούν αντενδείξεις για την εφαρμογή του. Η έρευνα για το μηχανισμό δράσης του SDF έχει προσανατολιστεί σε τρεις κύριες κατευθύνσεις που αφορούν την απόφραξη των οδοντινοσωληναρίων, τη μικροβιοστατική του δράση και την επαγωγή επανασβεσίωσης της αδαμαντίνης και οδοντίνης. Καμία αναφορά οξείας τοξικότητας μετά από χρήση SDF δεν υπάρχει, ωστόσο, η εφαρμογή του πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές και αυστηρά πρωτόκολλα. Η αποτελεσματικότητα του SDF έχει καταγραφεί σε συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις. Στα μειονεκτήματα του SDF συγκαταλέγονται η μαύρη χρώση των τερηδονισμένων βηλαβών, αλλήλα και του δέρματος και των ρούχων μετά από επαφή, καθώς και ο πιθανός ερεθισμός των ούλων και του βλεννογόνου του στόματος. Προκειμένου να προληφθεί η μαύρη χρωστική των επιφανειών που εφαρμόζεται, ο Φθοριούχος Διαμμινόαργυρος συνδυάζεται με το ιωδιούχο κάλιο (SDFKI).

Λέξεις κλειδιά: Φθοριούχος Διαμμινόαργυρος, Ιωδιούχο Κάλιο, τερηδονικές αλλοιώσεις, υπερευαίσθησία

Summary

Metction. The aim of this study is to review the literature about Silver Diammine Fluoride (SDF). Indications and contraindications, mechanism of action, toxicity as well as clinical application and efficacy of SDF will be discussed. SDF is a colorless ammonia solution containing silver and fluoride ions. It is used both for caries prevention and arrest as well as for dentin desensitization. Allergy to silver or heavy metals, pregnancy or indication of pulp inflammation are contraindications for its application. Research on the possible mechanisms of action of SDF has been oriented in three main directions related to blockage of dentine tubes, microbiostatic activity, and re-calcification of enamel and dentin. There is no mention of acute toxicity after using SDF, however, it should be applied in accordance with the guidelines and strict protocols. The efficacy of SDF has been documented in systematic reviews and meta-analyses. SDF's disadvantages include black staining of caries lesions, skin and clothing after contact, as well as possible irritation of the gum and mucosa. To counteract the staining, Silver Diammine Fluoride is combined with Potassium Iodide (SDF/KI).

Key words: Silver Diammine Fluoride, Potassium Iodide, caries lesions, hypersensitivity

¹(DDS, MSc) Υποψήφια Διδάκτορας

²(DDS, PhD) Πανεπιστημιακή Υπότροφος

³Προπτυχιακή Φοιτήτρια

⁴Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια

⁵Αναπληρωτής Καθηγητής

⁶Επίκουρος Καθηγητής

¹(DDS, MSc) PhD Student,

²(DDS, MSc, PhD) Fellow

³Undergraduate Student

⁴(DDS) Postgraduate Student

⁵Associate Professor

⁶Assistant Professor

Εισαγωγή

Η τερηδόνα αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες χρόνιες νόσους που επηρεάζουν τον άνθρωπο και η εξέλιξη της αποτελεί παγκόσμιο πρόβλημα υγείας¹. Με την πάροδο των ετών, οι ερευνητές αναζήτησαν ενεργά μεθόδους αντιμετώπισης και αναχαίτισης των τερηδονικών βλαβών πέρα από τις παραδοσιακές επιλογές αποκατάστασης. Ήδη από το 1800 ο νιτρικός άργυρος χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό στην οδοντιατρική, λόγω των αντιμικροβιακών και αντιτερηδονογόνων ιδιοτήτων του. Τα τελευταία χρόνια, η χρήση του φθοριούχου διαμμινοαργύρου (Silver Diammine Fluoride), ως εναλλακτική θεραπεία της τερηδόνας, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον, κλινικά και ερευνητικά, εξαιτίας της απλής και μη επεμβατικής εφαρμογής, της χαμηλής τιμής και της αποτελεσματικότητάς του².

Το SDF 38% είναι ένα άχρωμο διάλυμα 25% (w/v) αργύρου, 8% αμμωνίας και 5% φθοριούχου νατρίου³. Έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικό στην πρόληψη της τερηδόνας, την αναχαίτιση τερηδονικών αλλοιώσεων και τη θεραπεία του πόνου που σχετίζεται με την υπερευαισθησία της οδοντίνης^{4,11}. Το σημαντικότερο μειονέκτημα της χρήσης του SDF είναι ο μαύρος χρωματισμός των τερηδονισμένων επιφανειών. Προκειμένου να προληφθεί η μαύρη χρώση των οδοντικών επιφανειών, και το αποτέλεσμα να είναι περισσότερο αισθητικά αποδεκτό από τους ασθενείς, έχει προταθεί η εφαρμογή ιωδιούχου καλίου (KI) αμέσως μετά την εφαρμογή του SDF. Ο συνδυασμός των δύο, δηλαδή SDF και KI, κυκλοφορεί στην Ελλάδα ως το εμπορικό σκεύασμα RIVA STAR[®], και είναι το μόνο σκεύασμα SDF που έχει στα χέρια του ο κλινικός οδοντίατρος στην Ελλάδα.

Η παρούσα ανασκόπηση αποσκοπεί στην παρουσίαση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας αναφορικά με τις ενδείξεις και αντενδείξεις, το μηχανισμό δράσης, την τοξικότητα καθώς και την κλινική εφαρμογή και αποτελεσματικότητα του SDF και του SDF/KI.

Ιστορική αναδρομή

Οι αντιμικροβιακές και αντιρρευματικές ιδιότητες του αργύρου και των ενώσεών του είναι γνωστές εδώ και πολλά χρόνια στην ιατρική. Από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα οι ενώσεις αργύρου εφαρμόστηκαν για την πρόληψη οφθαλμικών και χειρουργικών λοιμώξεων, για τη θεραπεία του τετάνου καθώς και διάφορων ρευματικών παθήσεων πριν ανακαλυφθούν τα αντιβιοτικά^{2,4}.

Στην οδοντιατρική ο G.V. Black, στα τέλη της δεκαετίας του 1800, περιέγραψε πρωτόκολλα για την αναχαίτιση της τερηδόνας με νιτρικό άργυρο⁴. Ομοίως, ενώσεις αργύρου χρησιμοποιούνται από τη δεκαετία του 1840, όταν προτάθηκε ο νιτρικός άργυρος για τη μείωση της συχνότητας εμφάνισης τερηδονικών αλλοιώσεων στην

νεογιλή οδοντοφυΐα¹², για την πρόληψη εμφάνισης αντίστοιχων βλαβών στους μόνιμους γομφίους, καθώς και ως παράγοντας αποστείρωσης της κοιλότητας μετά την αφαίρεση της τερηδόνας και ως απευαισθητοποιητής της οδοντίνης¹³.

Το 1891 ο Stebbins παρατήρησε ότι δόντια που αποκαταστάθηκαν με αμάλλαμα παρουσίασαν επιφάνειες με αναχαιτισμένες τερηδονικές βλάβες. Αυτό οδήγησε σε μελέτη όπου εφαρμόστηκε νιτρικό οξύ και αμάλλαμα σε τερηδονισμένες κοιλότητες με τα αποτελέσματα να δείχνουν αναχαίτιση των αλλοιώσεων¹⁴. Το 1917, ο Dr. Percy Howe διευθυντής του ινστιτούτου Forsyth κατασκεύασε ένα διάλυμα διαμμινοαργύρου που ονομάστηκε "Howe's Solution", εφαρμόζοντας τον νιτρικό άργυρο σε διάλυμα με αμμωνία. Το διάλυμα αυτό εμφάνιζε παρόμοια αποτελέσματα αναχαίτισης των τερηδονικών βλαβών και χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό αυτόν τα επόμενα 50 χρόνια¹⁵.

Στην δεκαετία του 1930, με την ανακάλυψη της πενικιλίνης και μετέπειτα άλλων αντιβιοτικών, το ενδιαφέρον για τις ενώσεις αργύρου μειώθηκε και η έρευνα σχετικά με αυτό εγκαταλείφθηκε. Ωστόσο, το ενδιαφέρον επανήλθε στη δεκαετία του 1970 λόγω της εμφάνισης βακτηριακής αντοχής σε ορισμένα αντιβιοτικά. Οι Nishino και Yamaga στην Ιαπωνία, χρησιμοποίησαν διάλυμα αμμωνίας με φθοριούχο άργυρο, δημιουργώντας την πρώτη εκδοχή του φθοριούχου διαμμινοαργύρου (SDF) το 1970. Περιέγραψαν τα αποτελέσματα του στην πρόληψη και αναχαίτιση των τερηδονικών αλλοιώσεων στα παιδιά, στην πρόληψη εμφάνισης δευτερογενούς τερηδόνας και στην απευαισθητοποίηση της οδοντίνης δίνοντας επίσης συγκεκριμένες οδηγίες για την εφαρμογή του^{16,17}. Από τότε, παρόμοια προϊόντα έγιναν εμπορικά διαθέσιμα, όπως ο φθοριούχος άργυρος 40% στην Αυστραλία, SDF 38% στην Αργεντινή¹⁸ και SDF σε διάφορες συγκεντρώσεις στη Βραζιλία¹⁹.

Από το 2002 και έπειτα, η αναζήτηση καινοτόμων προσεγγίσεων στην αντιμετώπιση των τερηδονικών βλαβών οδήγησε στη δημοσίευση κλινικών δοκιμών χρήσης του SDF συγκριτικά με άλλα σκευάσματα (όπως φθοριούχα βερνίκια) και άλλες επεμβάσεις, οι οποίες έδειξαν την αποτελεσματικότητά του στην αναχαίτιση των τερηδονικών αλλοιώσεων²⁰. Το 2014 η FDA ενέκρινε τη χρήση του SDF για την απευαισθητοποίηση της οδοντίνης σε ενηλίκους και το 2015 το πρώτο εμπορικό προϊόν SDF 38% έγινε διαθέσιμο στην αγορά των Ηνωμένων Πολιτειών²¹. Οι οδηγίες του περιορίζονταν στην εγκεκριμένη χρήση του ως απευαισθητοποιητή, ωστόσο, τα αποτελέσματα των κλινικών δοκιμών οδήγησαν τους ερευνητές να αναπτύξουν συστάσεις για την χρήση του στην αναχαίτιση των τερηδονικών αλλοιώσεων στα παιδιά²¹. Έτσι τον Ιανουάριο του 2016, εγκρίθηκε (κωδικός D1354) ως φάρμακο για την αναχαίτιση της τερηδόνας^{22,23} και τον Οκτώβριο του ίδιου έτους αναγνωρίστηκε από την FDA

ως ανακάλυψη για τη θεραπεία των τερηδονικών αλλοιώσεων. Το 2017 η Αμερικανική Ακαδημία Παιδοδοντιατρικής δημοσίευσε κατευθυντήρια γραμμή για τη χρήση του στη διαχείριση της οδοντικής τερηδόνας σε παιδιά και εφήβους συμπεριλαμβανομένων εκείνων με ειδικές ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης²⁴.

Η κύρια ανεπιθύμητη δράση μετά την εφαρμογή του SDF είναι ο μαύρος χρωματισμός των οδοντικών επιφανειών που αποτελεί το κύριο αίτιο περιορισμού της χρήσης του. Για την αντιμετώπιση της χρώσης, το 2005 προτάθηκε η εφαρμογή του SDF ακολουθούμενη από ένα κορεσμένο διάλυμα ιωδιούχου καλίου (10% κ.β. ΚΙ), το οποίο παράγει ένα λευκό ίζημα ιωδιούχου αργύρου. Το 2018 η FDA ενέκρινε την κυκλοφορία στην αγορά, του SDF 30-35% με κορεσμένο διάλυμα ιωδιούχου καλίου (ΚΙ), ως εμπορικό σκεύασμα Riva Star, στις Ηνωμένες Πολιτείες με κύρια ένδειξη την απευαισθητοποίηση της οδοντίνης.

Μηχανισμός δράσης

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πιθανοί μηχανισμοί δράσης του φθοριούχου διαμμινοαργύρου με τους οποίους επιτυγχάνεται η αναχαίτιση των τερηδονικών αλλοιώσεων. Τρεις είναι οι κύριες κατευθύνσεις στις οποίες έχει στραφεί η έρευνα: α) μελέτη της απόφραξης των οδοντινοσωληναρίων β) έλεγχος μικροβιοστατικής δράσης και γ) διερεύνηση του μηχανισμού επανασβεσίωσης της αδαμαντίνης και οδοντίνης.

Απόφραξη των οδοντινοσωληναρίων

Ο πρώτος μηχανισμός αφορά την αναχαίτιση της τερηδόνας μέσω της απόφραξης των οδοντινοσωληναρίων. Η αρχική προσπάθεια να μελετηθεί ο νιτρικός άργυρος με επιστημονικές μεθόδους έγινε από τον Szabo το 1902, και αφορούσε στη διερεύνηση της διείσδυσης του νιτρικού αργύρου μέσα στα οδοντινικά σωληνάκια. Ακολούθησαν μελέτες με την προσθήκη αμμωνίας στο διάλυμα νιτρικού αργύρου και μέχρι το 1945 ήταν ήδη γνωστό πως ο νιτρικός άργυρος δεν διεισδύει σε άθικτη, παρά μόνο σε τερηδονισμένη οδοντίνη²⁵. Πλήθος μελετών από τότε αποδεικνύει πως η οδοντίνη η οποία έχει υποστεί θεραπεία με SDF παρουσιάζει μειωμένη διαπερατότητα ως αποτέλεσμα της παρουσίας ενώσεων αργύρου μέσα στα οδοντινοσωληνάκια, μειώνοντας έτσι την ικανότητα μικροοργανισμών να διεισδύουν και περιορίζοντας τη διάχυση των οξέων. Λόγω της απόφραξης των οδοντινοσωληναρίων η επιφάνεια της οδοντίνης που είναι εύαλληστη στην τερηδόνα περιορίζεται σημαντικά. Πρόσφατες μελέτες, με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων, αποδεικνύουν πως τα ιόντα αργύρου διεισδύουν σε βάθος στην απασβεστωμένη οδοντίνη²⁶ δημιουργώντας μάλιστα μία ζώνη υψηλής συγκέντρωσης σε άργυρο στα βαθύτερα όρια της τερηδονικής βλάβης^{27,28} αλλά σχεδόν μηδενι-

κά στην άθικτη αδαμαντίνη, κάτι που ερμηνεύει και την αδυναμία του SDF να προκαλέσει μαύρη χρώση σε υγιείς οδοντικές επιφάνειες.

Μικροβιοστατική δράση

Η αντιμικροβιακή δράση του αργύρου είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Ο νιτρικός άργυρος σε συγκέντρωση 2% είναι το πρώτο αποτελεσματικό αντιβιοτικό στην ιστορία της ιατρικής. Η μικροβιοστατική ή μικροβιοκτόνος δράση του, ανάλογα με τη συγκέντρωσή του βασίζεται στις ακόλουθες ιδιότητές του: παρεμβαίνει στον διπλοσυστάσιο του DNA, παρεμβάλλεται και αναστέλλει την ενζυματική λειτουργία του μικροβιακού κυττάρου, προκαλεί την παραγωγή ελεύθερων ριζών και καταστρέφει την κυτταρική μεμβράνη. Μεγάλος αριθμός ερευνητών έχει ασχοληθεί με την μικροβιοστατική δράση του φθοριούχου διαμμινοαργύρου έναντι τερηδονογόνων μικροβίων²⁹. Τα δημοσιευμένα αποτελέσματα συνηγορούν στο συμπέρασμα πως ανάλογα με τη συγκέντρωσή του, το SDF παρουσιάζει μικροβιοστατική ή μικροβιοκτόνο δράση έναντι των *S. Mutans*^{3,30,31,32}. Φάνηκε ακόμη πως η τερηδονισμένη οδοντίνη που έχει υποστεί εξεργασία με SDF παρουσιάζει μικρότερες συγκεντρώσεις τερηδονογόνων μικροβίων, κυρίως *Streptococcus mutans*, και μεγαλύτερο ποσοστό νεκρών μικροβίων^{3,30,33,34} και επιπρόσθετα πως το SDF παρεμβαίνει αναστέλλοντας την προσκόλληση των *S. mutans* στις οδοντικές επιφάνειες^{35,36}.

Επανασβεσίωση αδαμαντίνης οδοντίνης

Μεγάλος αριθμός μελετών ασχολήθηκε με τη συγκέντρωση των ανόργανων στην αδαμαντίνη και την οδοντίνη μετά την εφαρμογή του φθοριούχου διαμμινοαργύρου. Οι τερηδονικές βλάβες εμφάνιζαν σημαντική αύξηση της μικροσκληρότητάς τους μετά την εφαρμογή του SDF³⁷ που φαίνεται πως προκαλεί την παραγωγή φθοριούχου ασβεστίου και μεταλλικού αργύρου όταν αλληλοεπιδρά με τον υδροξυαπατίτη. Το φθοριούχο ασβέστιο παίζει τον ρόλο της δεξαμενής φθορίου στη δι-επιφάνεια για τη συνεχή μετατροπή του υδροξυαπατίτη σε φθοριουδροξυαπατίτη. Το αποτέλεσμα είναι τόσο η αδαμαντίνη όσο και η οδοντίνη να εμφανίζουν μειωμένη απώλεια ανόργανων³⁸. Παράλληλα όμως οι μελέτες έδειξαν και κάτι ακόμη πιο ενδιαφέρον. Η εφαρμογή του SDF φάνηκε πως επηρεάζει εκτός από την ανόργανη και την οργανική σύσταση της αδαμαντίνης και οδοντίνης. Οι Μεί και συν. με μία σειρά μελετών έδειξαν πως το οργανικό κομμάτι της αδαμαντίνης και της οδοντίνης εμφανίζεται σημαντικά βελτιωμένο μετά την εφαρμογή του SDF, με μεγαλύτερα ποσοστά άθικτου κολληλαγόνου λόγω πιθανότερα της αντιενζυματικής δράσης του αργύρου που αναστέλλει τη δράση κολληλαγενασών (μεταλλοπρωτεϊνών και καθεψίνης)^{3,19,39,40}.

Ενδείξεις χρήσης του SDF

Αναχαίτιση τερηδονικών αλλοιώσεων

Το SDF μπορεί να εφαρμοστεί σε ασθενείς με ενεργές τερηδονικές αλλοιώσεις, και υψηλό τερηδονικό κίνδυνο, λόγω ολιγοσισαλίας εξαιτίας συστηματικών προβλημάτων υγείας. Ομοίως σημαντική είναι η εφαρμογή του σε άτομα με αναπηρία, ή με έντονα προβλήματα συμπεριφοράς και συνεργασίας μέχρι να οργανωθεί η συνεδρία γενικής αναισθησίας. Από το SDF μπορούν να επωφεληθούν ασθενείς που έχουν πολλαπλές τερηδονικές αλλοιώσεις με μακροχρόνια σχέδια θεραπείας καθώς και ασθενείς των οποίων η πρόσβαση στο οδοντιατρείο είναι δύσκολη ή αδύνατη^{21,24}.

Το SDF είναι αποτελεσματικό στον έλεγχο και την αναχαίτιση των τερηδονικών αλλοιώσεων σε κοινοτικά προγράμματα οδοντικής υγείας ιδίως σε αναπτυσσόμενες και χαμηλού εισοδήματος χώρες. Πρόκειται για μια μη επεμβατική διαδικασία, προσιτού οικονομικού κόστους και εφαρμόσιμη με ελάχιστες υλικοτεχνικές απαιτήσεις, αφού δεν απαιτείται νερό και ηλεκτρικό ρεύμα για την εφαρμογή της. Η απλότητα της θεραπείας δεν απαιτεί κάποια ιδιαίτερη εξειδίκευση του οδοντιατρικού προσωπικού⁴¹.

Σε νεαρούς ασθενείς με έντονα προβλήματα συνεργασίας

Συχνό εύρημα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι η «τερηδόνα βρεφικής νηπιακής ηλικίας» της οποίας η αντιμετώπιση είναι ιδιαίτερα δύσκολη και απαιτητική^{42,43}. Η αντιμετώπιση των τερηδονικών βλαβών απαιτεί συνήθως τη χρήση εγγλυφίδων σε χαμηλών ή υψηλών στροφών χειρολαβές, ή τη χρήση κοχλιαρίων απομάκρυνσης τερηδόνας. Οι διαδικασίες αυτές, ως γνωστό, ενισχύουν στον νεαρό ασθενή την ανησυχία και τον φόβο σχετικά με τις οδοντιατρικές εργασίες, χειροτερεύοντας τη συνεργασία του³. Εναλλακτικά, η αντιμετώπιση μπορεί να γίνει, αρχικά με τη χρήση του SDF που έχει την ικανότητα αναχαίτισης της τερηδονικής βλάβης, και η ολοκληρωμένη αποκατάσταση να αναβληθεί για αργότερα, όταν πλέον η συνεργασία του παιδιού θα έχει βελτιωθεί^{6,44,45}.

Πρόληψη τερηδονικών αλλοιώσεων σε οπές και στις σχισμές δοντιών

Οι οπές και οι σχισμές των δοντιών, αποτελούν ευαίσθητες θέσεις και εύκολα τερηδονίζονται λόγω της κατακράτησης μικροβιακής πλάκας, της δυσκολίας απομάκρυνσής της και της περιορισμένης δράσης του φθορίου στα σημεία αυτά^{46,47}. Τα ρητινώδη υλικά κάλυψης οπών και σχισμών (ΚΟΣ) αποτελούν την ενδεδειγμένη λύση για την αντιμετώπιση του πρόωρου τερηδονισμού^{48,49}. Ο σωστός χρόνος τοποθέτησης ενός ρητινώδους υλικού ΚΟΣ ορίζεται μετά την εμφάνιση του συνόλου των σχισμών και των αυλάκων της μαστικής επιφάνειας ώστε να έχουμε τον σωστό έλεγχο υγρασίας για τη σωστή

τοποθέτησή του⁴⁷. Μέχρι τότε, σε περιστατικά υψηλού τερηδονικού κινδύνου, μπορεί να εφαρμοστεί προληπτικά στις οπές και τις σχισμές των δοντιών το SDF ώστε να προληφθούν ή και να αναχαιτιστούν οι τερηδονικές βλάβες⁵⁰.

Αναχαίτιση της τερηδόνας ρίζας

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι η συχνότητα εμφάνισης της τερηδόνας ρίζας αυξάνεται με την ηλικία⁴² και ο επιποθλησμός της σε ηλικιωμένους είναι ιδιαίτερα υψηλός⁵¹⁻⁵⁴. Οι Tan et al. 55 και οι Zang et al.⁹ αναφέρουν ότι η ετήσια εφαρμογή του SDF είναι αποτελεσματική για την αναχαίτιση των τερηδονικών αλλοιώσεων στις ριζικές επιφάνειες των δοντιών.

Απευαισθητοποίηση ευαίσθητων δοντιών

Η οδοντική υπερευαισθησία χαρακτηρίζεται από ποικίλης έντασης ενοχλήση ή πόνο, λόγω θερμικών, απτικών, χημικών ή οσμωτικών ερεθισμάτων⁵⁶. Δεδομένου ότι το SDF έχει την ικανότητα να διεισδύει και να εμφράσσει τα οδοντικά σωληνάκια, μπορεί να δώσει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα σε ασθενείς με οδοντική υπερευαισθησία^{11,57}.

Χημικομηχανική επεξεργασία των ριζικών σωληνών

Κατά τη διάρκεια μιας ενδοδοντικής θεραπείας η εξάλειψη των μικροοργανισμών του ριζικού σωληνά είναι θεμελιώδους σημασίας για την επιτυχή έκβαση της θεραπείας^{5,58,59,60}. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι το SDF 3,8% έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως υγρό διακλύσεων με εξαιρετική αντιμικροβιακή δράση, ειδικά σε δόντια όπου η ενδεχόμενη δυσχρωμία της οδοντίνης δεν θα προκαλέσει έντονη ανησυχία. Η χρήση του SDF προτείνεται επίσης ως αντιμικροβιακό σκεύασμα στους ριζικούς σωληνές για εφαρμογή ανάμεσα σε δύο συνεδρίες, και αναφέρεται πως μειώνει σημαντικά τον αριθμό των απαιτούμενων ενδιάμεσων συνεδριών^{60,61}. Το SDF 3,8% προκύπτει από την αραιώση 1:10 του διαλύματος SDF 38%. Περαιτέρω έρευνες απαιτούνται για την υποστήριξη αυτών των κλινικών και εργαστηριακών ευρημάτων.

Αντενδείξεις και ανεπιθύμητες δράσεις του SDF

Η χρήση του SDF αντενδείκνυται σε ασθενείς που είναι αλλεργικοί στον άργυρο και σε άλλα βαρέα μέταλλα^{12,62}. Γυναίκες έγκυες ή θηλάζουσες δεν μπορούν να επωφεληθούν από τη δράση του SDF αφού δεν υπάρχουν ακόμα ικανοποιητικά ερευνητικά δεδομένα για πιθανή μεταφορά μετάλλων στο έμβρυο ή στο βρέφος αντίστοιχα. Το SDF δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε δόντια νεογιλά ή μόνιμα τα οποία έχουν κλινικά σημεία ή συμπτώματα πόνου, νέκρωσης ή πολφικής φλεγμονής. Κατά αντιστοιχία σε δόντια με βαθιές τερηδονικές βλάβες που εκτείνονται κοντά στον πολφό πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του

SDF. Για τις δύο τελευταίες περιπτώσεις, αν είναι εφικτό, η λήψη ακτινογραφιών μπορεί να διευκολύνει τη διάγνωση. Τερηδονικές κοιλότητες σε επιφάνειες μη προσβάσιμες για την εφαρμογή του υλικού αποτελούν αντένδειξη για τη χρήση του SDF. Τέλος δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε ασθενείς, οι οποίοι εμφανίζουν αποφλοιωτική ουλίτιδα, εξηλώσεις ή/και στοματίτιδα^{21,43}.

Μία από τις βασικές ανεπιθύμητες ενέργειες του SDF είναι ότι κατά τη δράση του οι τερηδονισμένες βλάβες χρω-



Εικόνα 1. Α) Αρχική κατάσταση.

ματίζονται μαύρες σε σχέση με την αρχική εικόνα (Εικ. 1Α, 1Β). Μερικά παιδιά και οι γονείς τους μπορεί να μην είναι ευχαριστημένοι με την αισθητική αυτού του θεραπευτικού αποτελέσματος. Υπάρχουν ωστόσο γονείς που δεν ενοχλήθηκαν ιδιαίτερα παρά τη μη αισθητική απόδοση του υλικού, αφού ο χρωματισμός θεωρείται ένδειξη για την αποτελεσματικότητα της θεραπείας^{20,63,64}. Το SDF μπορεί να στιγματίσει το δέρμα και να λερώσει τα ρούχα. Ο ηλεκές που προκαλείται από το SDF στο δέρμα δεν προκαλεί πόνο, αλλά αν δεν ξεπλυθεί άμεσα χρειάζεται πολύς χρόνος μέχρι να φύγει. Εάν έχουν χρωματιστεί τα ρούχα, προτείνεται η ακόλουθη διαδικασία για την αφαίρεση του ηλεκέ: αρχικά πλήση με άφθονο νερό και σαπούνι, και στην περίπτωση που ο ηλεκές παραμένει, εφαρμογή διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου ή σκόνης λεύκανσης (δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο βαμμένο ύφασμα).

Το διάλυμα SDF έχει μεταλλική γεύση που είναι έντονα δυσάρεστη. Η άμεση τοποθέτηση οδοντόπαστας πάνω στη γλώσσα μειώνει δραστικά την δυσάρεστη γεύση.

Επιπλέον, το SDF ερχόμενο σε επαφή με μαλακούς ιστούς, μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στα ούλα και τον βλεννογόνο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η βλάβη είναι παροδική και ο ιστός που διαβρέχεται από το υλικό αποκτά μια λευκή χροιά, η οποία και αποκαθίσταται μέσα σε 1-2 μέρες^{20,45} (Εικ. 2).

Τοξικότητα και ασφάλεια κατά τη χρήση

Καμία αναφορά οξείας τοξικότητας μετά από χρήση SDF ή Riva Star δεν υπάρχει μέχρι σήμερα στη διεθνή βιβλιογραφία. Το Riva Star περιέχει στην πραγματικότητα διάλυμα SDF 38%, που σημαίνει 44.800 ppm φθορίου



Εικόνα 1. Β) οι τερηδονισμένες βλάβες των 65-64 χρωματίζονται μαύρες μετά την τοποθέτηση του SD.



Εικόνα 2. Παροδική βλάβη με λευκή χροιά μετά από επαφή του SDF με μαλακούς ιστούς στο χείλος.

και 253.870 ppm Ag. Η ποσότητα του φθορίου που περιέχεται σε μία σταγόνα SDF (25μl) είναι αμελητέα, πολύ μικρότερη από την ποσότητα φθορίου που περιλαμβάνεται σε 0,25 ml ενός βερνικιού φθορίου (πχ duraphat). Η ποσότητα του αργύρου, από την άλλη που περιέχεται σε μία σταγόνα SDF είναι σημαντική. Σύμφωνα με τη φαρμακοκινητική του αργύρου⁶⁵ δε θα πρέπει να ξεπερνά η χορήγηση του SDF τη μία σταγόνα (25μl) ανά 10 kg ασθενή⁶⁶. Η ποσότητα αυτή, των 25 μl, θεωρείται επαρκής για εφαρμογή σε 5 δόντια. Συνεπώς, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αντιμετώπιση μικρών παιδιών που ζυγίζουν κάτω από 20 κιλά και προσέρχονται στον οδοντίατρο με τερηδόνα βρεφικής – νηπιακής ηλικίας. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πως στο RIVA STAR® περιέχονται 50 μl SDF, σε κάθε μονοδόση. Αυτό σημαίνει πως κατά την εφαρμογή του σε παιδάκια που ζυγίζουν λιγότερο από 20 κιλά, θα πρέπει με πολύ προσοχή να εφαρμόζεται μόνο μία σταγόνα και όχι όλη η ποσότητα του υλικού που περιέχεται στη γκρι κάψουλα. Εάν ο κλινικός κρίνει πως χρειάζεται επανεφαρμογή του υλικού, τότε σε καμία περίπτωση τα μεσοδιαστήματα δε θα πρέπει να είναι μικρότερα της μιας εβδομάδας. Το όριο των 25μl/10kg συμφωνεί με το όριο της EPA (Environmental Protection Agency) για βραχυπρόθεσμη έκθεση (1,142 mg άργυρος ανά λίτρο πόσιμου νερού για 1-10 μέρες)⁶⁷.

Κλινική Εφαρμογή SDF 38%⁴³

Προετοιμασία ασθενή και οδοντίατρου

- Γραπτή συγκατάθεση γονέων για την αναμενόμενη χρώση των δοντιών, τον πιθανό προσωρινό χρωματισμό δέρματος και ρούχων εάν έρθει σε επαφή και την ανάγκη επανάληψης και παρακολούθησης μετά από ένα χρονικό διάστημα.
- Μέτρα προστασίας των μικρών ασθενών (χρήση γυαλιών και προστατευτικού οθωνίου από τον ασθενή).
- Επαρκής απομόνωση της περιοχής με τη χρήση ελαστικού απομονωτήρα εάν χρειαστεί ή τοιλιπών βάμβακος και χρήση χειρουργικής αναρρόφησης.
- Τοποθέτηση του υλικού σε ένα πλαστικό δοχείο, καθώς το SDF μπορεί να διαβρώσει το γυαλί και το μέταλλο.
- Προσεκτική απομάκρυνση γαντιών και τοιλιπών βάμβακος σε σακούλα απορριμμάτων.

Εφαρμογή

- Αφαίρεση των υπολειμμάτων τροφών ώστε το υλικό να τοποθετηθεί σε επαφή με την τερηδονισμένη οδοντίνη.
- Η αφαίρεση της τερηδόνας δεν είναι απαραίτητη πριν την τοποθέτηση του υλικού²⁰. (Προτιμάται ωστόσο όταν είναι δυνατή, για αισθητικούς λόγους, καθώς μειώνεται έτσι ο μαύρος χρωματισμός του δοντιού).
- Ελαχιστοποίηση επαφής με τα ούλα και τον βλεννογόνο με τη χρήση βαζελίνης ή βούτυρου κακάου και με την εφαρμογή απομόνωσης για την αποφυγή πιθανής

χρώσης ή ερεθισμού.

- Καλό στέγνωμα με ήπια εφαρμογή αέρα ή με τοιλιπία βάμβακος της επιφάνειας του δοντιού σε συνδυασμό με ισχυρή αναρρόφηση.
- Τοπική εφαρμογή του υλικού απευθείας στην τερηδονισμένη επιφάνεια με ένα μικρό βουρτσάκι, αφού πρώτα απομακρυνθεί η περίσσεια του υγρού. Δεν θα χρειαστεί περισσότερο από μια σταγόνα του υλικού²¹.
- Εφαρμογή ήπιας ροής αέρα για τουλάχιστον ένα λεπτό ώστε το υλικό να στεγνώσει.
- Αφαίρεση περίσσειας του υλικού με γάζα, βύσμα βάμβακος ή σφαιρίδιο βάμβακος ώστε να ελαχιστοποιηθεί συστηματική απορρόφηση.
- Διατήρηση της απομόνωσης για περίπου τρία λεπτά, εάν είναι εφικτό.

Χρόνος εφαρμογής

Συνιστάται χρόνος εφαρμογής ενός λεπτού με παράλληλη εφαρμογή ήπιας ροής αέρα. Κλινικές μελέτες που αναφέρουν χρόνους εφαρμογής κυμαίνονται από 10 δευτερόλεπτα έως τρία λεπτά. Μία τρέχουσα ανασκόπηση αναφέρει ότι ο χρόνος εφαρμογής στις κλινικές μελέτες δεν συσχετίζεται με το αποτέλεσμα²¹. Περισσότερες μελέτες απαιτούνται για να επιβεβαιώσουν ένα ιδανικό πρωτόκολλο.

Οδηγίες προς τους ασθενείς

Δεν αναφέρονται μετεγχειρητικοί περιορισμοί από τους κατασκευαστές. Η κατανάλωση τροφής και υγρών αμέσως μετά την εφαρμογή είναι αποδεκτά. Το βούρτσισμα των δοντιών με φθοριούχο οδοντόκρεμα μπορεί να εφαρμοστεί κανονικά. Ορισμένες κλινικές μελέτες υποστηρίζουν ότι για 30 λεπτά με 1 ώρα μετά την τοποθέτηση του υλικού είναι προτιμότερο να μην καταναλώνονται στερεά και υγρά τρόφιμα, όπως ακολουθείται και με την τοπική εφαρμογή φθοριούχων βερνικιών^{68,69,70}. Περισσότερες κλινικές μελέτες χρειάζονται για τη θέσπιση βέλτιστων πρακτικών.

Συχνότητα εφαρμογής

Η εκτίμηση για την αποτελεσματικότητα στην αναχαίτιση της τερηδόνας, της πρώτης εφαρμογής του υλικού κυμαίνεται από 47-90% και εξαρτάται από το μέγεθος της τερηδονικής κοιλότητας και τη θέση του δοντιού και της κοιλότητας. Στα πρόσθια δόντια τα ποσοστά αποτελεσματικότητας είναι μεγαλύτερα σε σχέση με τα οπίσθια⁷¹. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου⁶⁸. Συνιστάται η εφαρμογή του SDF να γίνεται δύο φορές το χρόνο, καθώς αναφέρεται ότι αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε σχέση με την ετήσια εφαρμογή^{43,71}. Μελέτες στις οποίες έγινε εφαρμογή τρεις φορές το χρόνο αυξήθηκε ο βαθμός αναχαίτισης της τερηδόνας^{45,69,71,72}.

Η επανεξέταση μετά την αρχική τοποθέτηση προτείνεται

στις 2-4 εβδομάδες για να ελεγχθεί η εξέλιξη της τερηδόνιας. Κατά την επανεξέταση, ενδέχεται να κριθεί απαραίτητη η επανατοποθέτηση του υλικού μέχρι η κοιλότητα να αποκατασταθεί ή μέχρι να επιτευχθεί αναχαίτιση της τερηδόνας^{20,21}. Η παρακολούθηση του ασθενή μπορεί να γίνεται με βάση τον τερηδονικό κίνδυνο κάθε 3,4 ή 6 μήνες. Έχει προταθεί επίσης, επανεξέταση μετά από τρεις μήνες και στη συνέχεια παρακολούθηση ανά εξάμηνο για 2 χρόνια²¹. Άλλη μελέτη υποστηρίζει τον επανέλεγχο σε ένα μήνα για αξιολόγηση και πιθανή επανεφαρμογή του υλικού, για να επιτευχθεί αναχαίτιση σε όλες τις ενεργές βλάβες⁷³. Επίσης, προτείνεται η χρήση του SDF στις εντοπισμένες τερηδονικές βλάβες να συνοδεύεται με την τοποθέτηση φθοριούχου βερνικιού στις υπόλοιπες οδοντικές επιφάνειες στα πλαίσια ενός προληπτικού προγράμματος αντιμετώπισης⁷³. Άτομα με υψηλό δείκτη πλάκας και τερηδονικές αλλοιώσεις με την ταυτόχρονη παρουσία πλάκας εμφανίζουν χαμηλότερη αποτελεσματικότητα στην αναχαίτιση των αλλοιώσεων. Αντιμετωπίζοντας τους παράγοντες κινδύνου, όπως τη παρουσία πλάκας, μπορεί να αυξηθούν τα επιτυχή θεραπευτικά αποτελέσματα⁷¹.

Μέγιστη ασφαλής δόση

Ο κατασκευαστής συνιστά η δοσολογία να προσαρμόζεται ανάλογα με το βάρος του ασθενή. Προτείνεται, να περιοριστεί η χρήση του SDF 38% σε μια σταγόνα (0,025ml) ανά 10 κιλά ατομικού βάρους ανά επίσκεψη⁴. Μελέτες δείχνουν ότι μία σταγόνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θεραπεύσει έως και πέντε δόντια²¹.

Τα εμπορικά σκευάσματα που κυκλοφόρησαν σε διάφορες χώρες έχουν διαφορετικά εμπορικά ονόματα ενώ η σύνθεσή τους δεν διαφέρει ιδιαίτερα. Πιο συγκεκριμένα στην Αργεντινή κυκλοφόρησε με το όνομα Fluoroplat (NAF Laboratories, Buenos Aires, Argentina, 38% SDF solution), στην Ιαπωνία ως Saforide (Toyo Seiyaku Kasei Co. Ltd., Osaka, Japan, 38% SDF solution), στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής με την εμπορική ονομασία Advantage Arrest (Elevate Oral Care LLC, West Palm Beach, Florida, USA) και στην Ινδία e-SDF (Kids-e-dental LLP, Mumbai, India, 38% SDF solution).

Κλινική εφαρμογή Riva Star 74

Εφαρμογή

- Ενημέρωση του ασθενή για την πιθανή χρώση.
- Χρησιμοποίηση γαντιών και προστατευτικών γυαλιών.
- Καθαρισμός της οδοντικής επιφάνειας με μία μη φθοριούχο πάστα σε ένα κύπελλο από καουτσούκ.
- Απομόνωση της περιοχής με τολύπια βάμβακος και ισχυρή αναρρόφηση
- Τοποθέτηση μικρής ποσότητας προστατευτικού υλικού των ούλων ή χρήση ελαστικού απομονωτήρα.
- **Βήμα 1:** Προσεκτική εφαρμογή του υλικού της ασημέ-

νιας κάψουλας (SDF) με το αντίστοιχο ασημένιο βουρτσάκι στην υπό θεραπεία οδοντική επιφάνεια.

- **Βήμα 2:** Άμεση τοποθέτηση ικανοποιητικής ποσότητας του υλικού της πράσινης κάψουλας, με το πράσινο βουρτσάκι, στην τερηδονισμένη αλλοίωση. Συνέχιση της εφαρμογής μέχρι η αλλοίωση αποκτήσει λευκό κρεμώδες χρώμα (Εικ. 1Γ).
- Καλό στέγνωμα.
- Αφαίρεση της απομόνωσης και του προστατευτικού υλικού.
- Απόρριψη χρησιμοποιημένων γαντιών και καψουλών



Εικόνα 1. Γ) οι τερηδονισμένες βλάβες έχουν αποκτήσει λευκό κρεμώδες χρώμα μετά την τοποθέτηση του ΚΙ.

σύμφωνα με τους κανονισμούς.

Μέγιστη ασφαλής δόση

Κάθε κάψουλα από το Βήμα 1 και Βήμα 2 μπορεί να θεραπεύσει έως και 5 δόντια ανά ασθενή. Η χρήση πρέπει να περιορίζεται σε μία κάψουλα από το κάθε βήμα ανά επίσκεψη. Αν χρειαστεί μια δεύτερη εφαρμογή του Riva Star μπορεί να χορηγηθεί, το νωρίτερο, μετά από 1 εβδομάδα. Δεδομένου ότι το Riva Star Βήμα 1 διατίθεται σε κάψουλες σε πολύ μικρές ποσότητες, δηλαδή 0,05 ml ανά κάψουλα, η πιθανότητα έκθεσης σε κίνδυνο είναι χαμηλή⁷⁴.

Κλινική αποτελεσματικότητα του Φθοριούχου Διαμμινοαργύρου (Silver Diammine Fluoride / SDF)

Μέχρι σήμερα έχουν διεξαχθεί συστηματικές ανασκοπήσεις για την αποτελεσματικότητα του SDF στο να αναχαιτίζει την πρόοδο της τερηδόνας σε νεογιλούς φραγμούς και να σταματά όσο και να προλαμβάνει νέες τερηδονικές αλλοιώσεις σε επιφάνειες ρίζας.

Η αποτελεσματικότητα του υλικού έχει καταγραφεί σε συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις^{63,75,76}.

Διάφορες έρευνες έχουν διεξαχθεί για την αποτελεσματικότητα του SDF σε σχέση με την πυκνότητα του υλικού στο σκεύασμα αλλιά και σε σχέση με άλλα σκευάσματα που πιθανόν να προκαλούν στάση της τερηδόνας. Κάποιες έρευνες, λιγότερες σε αριθμό, διεξήχθησαν για να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα του SDF/KI. Το SDF χρησιμοποιήθηκε σε διάφορες συγκεντρώσεις με συχνότερες τις 12% και 38% με το σκεύασμα πυκνότητας 38% να είναι αποτελεσματικότερο. Δύο εργασίες ήταν αυτές που σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες συστηματικές ανασκοπήσεις αξίζει να αναφερθούμε στα αποτελέσματά τους, αυτή των Fung et al., 2018, και Yee et al., 2009^{77,78}. Πιο συγκεκριμένα οι Fung et al., 2018 σύγκρινε την αποτελεσματικότητα μεταξύ των δύο συγκεντρώσεων σε δείγμα 888 παιδιών και έδειξε ότι το SDF με 38% συγκέντρωση ήταν αποτελεσματικότερο στο να καθιστά στάσιμη την τερηδόνα στα νεογιλά δόντια έναντι της συγκέντρωσης 12% SDF στους 6, 12, 18 και 24 μήνες παρακολούθησης. Στους 12 μήνες επανελέγχου τα ποσοστά των νεογιλών δοντιών με τερηδονικές αλλοιώσεις που μετατράπηκαν σε στάσιμες ήταν 55.2% και 66.9% για τις συγκεντρώσεις 12% και 38% αντίστοιχα. Οι Yee et al. το 2009 σε 976 δείγματα τερηδονικών κοιλοτήτων σε νεογιλά δόντια, στους 12 μήνες παρακολούθησης έδειξε ότι το σκεύασμα με συγκέντρωση 38% SDF σε σχέση με το 12% SDF είχε καλύτερα αποτελέσματα στη μετατροπή των αλλοιώσεων σε στάσιμη τερηδόνα⁷⁸. Το SDF συγκρινόμενο με placebo σκευάσματα ήταν πάντα πιο αποτελεσματικό όσον αφορά την αποτελεσματικότητα στη στάση των τερηδονικών αλλοιώσεων, κάτι που δεν αποτελεί βέβαια έκπληξη^{45,56,79,80}. Επίσης, τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν πως οι πολλαπλές εφαρμογές του SDF είναι αποτελεσματικότερες από τη μία εφαρμογή προκειμένου να αναχαιτισθεί η τερηδόνα^{69,80,81} και πως σε νεοανατείλαντα μόνιμα δόντια το SDF μπορεί να προλαμβάνει την ανάπτυξη νέων τερηδονικών αλλοιώσεων^{45,82}. Στη συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση των Gao et al., 2016, το SDF 38% μετέτρεψε τις ενεργές τερηδονικές αλλοιώσεις νεογιλών δοντιών σε στάσιμες στο 81% των περιπτώσεων με αποτελεσματικότητα της τάξης του 85% στους 6 μήνες επανελέγχου ποσοστό που έπεσε στο 71% πέρα από τους 30 μήνες παρακολούθησης⁵.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του φθοριούχου διαμμινοαργύρου σε συνδυασμό με το ιωδιούχο κάλιο

(SDF/KI), η μόνη αξιόλογη κλινική έρευνα είναι αυτή των Li et al. 2016⁷. Η έρευνα αναφέρεται σε τερηδονικές αλλοιώσεις ρίζας σε πληθυσμό ηλικιωμένων και τα ποσοστά τερηδόνας ρίζας που έγιναν στάσιμα σε διάρκεια επανελέγχων 30 μηνών ήταν 93% στο γκρουπ του SDF/KI σε σχέση με το 90% στο γκρουπ του SDF και μόλις 45% στο control group (χ^2 test, $p < 0.001$), παρόλο που τα αποτελέσματα μεταξύ του πρώτου και δεύτερου γκρουπ δεν ήταν στατιστικά σημαντικά. Η συγκεκριμένη εργασία αναφέρει αποτελέσματα και σχετικά με το χρώμα που προκύπτει στα δόντια μετά τη χρήση του SDF και του προηγούμενου σε συνδυασμό με το KI. Οι περισσότερες τερηδονικές αλλοιώσεις ρίζας που μετατράπηκαν σε στάσιμες 30 μήνες μετά την πρώτη εφαρμογή του είχαν μαύρο ή σκούρο καφέ χρώμα στο γκρουπ του SDF σε ποσοστό 69% και 25% αντίστοιχα με τα ποσοστά μετά από τη χρήση του SDF/KI να είναι παρόμοια 62% και 32% αντίστοιχα. Η διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων δεν ήταν στατιστικά σημαντική (χ^2 test, $p > 0.05$) κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς το ιωδιούχο κάλιο προστέθηκε για να μειώνει τη χρώση των δοντιών από τον φθοριούχο διαμμινοαργύρο⁷.

Το χρώμα ως παράγοντας αποδοχής από τους ασθενείς και τους κηδεμόνες των μικρών ασθενών αναφέρεται ξανά στην ανασκόπηση του Hu et al. 2018, όπου το μειονέκτημα της χρώσης των δοντιών μετά από χρήση SDF μπορεί να αποτελέσει σημαντικό αισθητικό πρόβλημα όταν εμπλέκονται πρόσθια δόντια. Πιο συγκεκριμένα έρευνα σε Αμερικανούς γονείς έδειξε ότι μόλις το 30% από τους γονείς βρήκαν αποδεκτή τη χρώση στα πρόσθια δόντια ενώ στα οπίσθια δόντια το ποσοστό αποδοχής ανέβαινε σε 68%. Το ποσοστό αποδοχής για τα πρόσθια δόντια ανέβαινε στο 60%, μόνο υπό την προοπτική μιας γενικής αναισθησίας^{77,83}.

Η βασική ένδειξη της χρήσης του SDF σε συνδυασμό με ιωδιούχο κάλιο με εμπορική ονομασία Riva Star ήταν η απευαισθητοποίηση της οδοντίνης. Οι Craig et al. 2012, στη μοναδική κλινική πιλοτική μελέτη που διερευνά την αποτελεσματικότητα του υλικού όσον αφορά την απευαισθητοποίηση της οδοντίνης έδειξαν ότι στους 19 συμμετέχοντες, μετά από 7 μέρες παρακολούθησης, το υλικό είχε αποτέλεσμα σε αυτή την κατεύθυνση¹¹.

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, το SDF είναι ένα αποτελεσματικό όπλο στη φαρέτρα του οδοντιάτρου με πολλά χρόνια παρουσίας στην οδοντιατρική και μέχρι σήμερα αξιόπιστο στην πρόληψη και αναχαίτιση της νόσου τερηδόνας. Αποτελεί ένα ασφαλές υλικό όταν τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή και οι κανόνες που διέπουν τη χρήση του φθορίου στο οδοντιατρείο. Το βασικό του μειονέκτημα, η σκούρη χρώση των δοντιών μετά την εφαρμογή του, εν μέρη περιορίζεται από την επιπρόσθετη χρήση του ιω-

διοχίου καλίου. Μένει να διερευνηθεί εάν η προσθήκη του ιωδιούχου καλίου βελτιώνει σημαντικά την αισθητική, ώστε να αυξάνει την αποδοχή της χρήσης του φθοριούχου διαμμινοαργύρου, χωρίς να ελαττώνει την κατά τα άλλα αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητά του.

Βιβλιογραφία

- Edelstein BL. Solving the problem of early childhood caries: a challenge for us all. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009; 163:667-668
- Peng JJ, Botelho MG, Matinlinna JP. Silver compounds used in dentistry for caries management: a review. *J Dent.* 2012; 40:531-541.
- Mei ML, Chu CH, Lo ECM, Samaranayake LP. Fluoride and silver concentrations of silver diammine fluoride solutions for dental use. *Int J Paediatr Dent.* 2013; 23:279-85.
- Rosenblatt A, Stamford TC, Niederman R. Silver diamine fluoride: a caries «silver-fluoride bullet». *J Dent Res.* 2009; 88:116-125
- Gao SS, Zhao IS, Hiraishi N, Duangthip D, Mei ML, Lo ECM, et al. Clinical Trials of Silver Diamine Fluoride in Arresting Caries among Children: A Systematic Review. *JDR Clin Transl Res.* 2016; 1: 201-10.
- Chu CH, Lo EC. Promoting caries arrest in children with silver diamine fluoride: a review. *Oral Health Prev Dent.* 2008; 6: 315-321.
- Li R, Lo EC, Liu BY, Wong MC, Chu CH. Randomized clinical trial on arresting dental root caries through silver diammine fluoride applications in community-dwelling elders. *J Dent.* 2016; 51: 15-20.
- Tan HP, Lo ECM, Dyson JE, Luo Y, Corbet EF. A randomized trial on root caries prevention in elders. *J Dent Res.* 2010; 89: 1086-90.
- Zhang W, McGrath C, Lo ECM, Li JY. Silver Diamine Fluoride and Education to Prevent and Arrest Root Caries among Community-Dwelling Elders. *Caries Res.* 2013; 47: 284-90.
- Castillo JL, Rivera S, Aparicio T, Lazo R, Aw T-C, Mancl LL, et al. The short-term effects of diammine silver fluoride on tooth sensitivity: a randomized controlled trial. *J Dent Res.* 2011; 90: 203-8.
- Craig GG, Knight GM, McIntyre JM. Clinical evaluation of diamine silver fluoride/potassium iodide as a dentine desensitizing agent. A pilot study. *Aust Dent J.* 2012; 57: 308-311.
- Mei ML, Lo EC, Chu CH. Clinical Use of Silver Diamine Fluoride in Dental Treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2016; 37: 93-8.
- Everett FG, Hall WB, Phatak NM. Treatment of hypersensitive dentin. *J Oral Ther Pharmacol.* 1966; 2: 300-10.
- Li YJ. Zhonghua Kou Qiang Ke Za Zhi, Effect of a silver ammonia fluoride solution on the prevention and inhibition of caries. 1984; 19: 97-100.
- Shah S, Bhaskar V, Venkatraghavan K, Choudhary P, M. G, Trivedi K. Silver Diamine Fluoride: A Review and Current Applications. *J Adv Oral Res.* 2014; 5: 25-35.
- Nishino M, Yoshida S, Sobue S, Kato J, Nishida M. Effect of topically applied ammoniacal silver fluoride on dental caries in children. *J Osaka Univ Dent Sch.* 1969; 9: 149-55.
- Yamaga R, Nishino M, Yoshida S, Yokomizo I. Diammine silver fluoride and its clinical application. *J Osaka Univ Dent Sch.* 1972; 12: 1-20.
- Gotjamanos T. Pulp response in primary teeth with deep residual caries treated with silver fluoride and glass ionomer cement ('atraumatic' technique). *Aust Dent J.* 1996; 41: 328-34.
- Mei ML, Chu CH, Low KH, Che CM, Lo ECM. Caries arresting effect of silver diamine fluoride on dentine carious lesion with *S. mutans* and *L. acidophilus* dual-species cariogenic biofilm. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18: e824-31.
- Chu CH, Lo ECM, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res.* 2002; 81: 767-70.
- Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent. *J Calif Dent Assoc.* 2016; 44: 16-28.
- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION CDT-2017 CODE ON DENTAL PROCEDURES AND NOMENCLATURE, 2017. Retrieved from :https://www.deltadentalco.com / uploadedFiles/ Provider Fee Schedules/DDCO_Par_Provider_Documents/CDT%202017_Code%20on%20Dental%20Proc_Nomenclature %20 online.pdf
- Milgrom P, Horst JA, Ludwig S, Rothen M, Chaffee BW, Lyalina S, et al. Topical silver diamine fluoride for dental caries arrest in preschool children: A randomized controlled trial and microbiological analysis of caries associated microbes and resistance gene expression. *J Dent.* 2018; 68: 72-8.
- Crystal YO, Janal MN, Hamilton DS, Niederman R. Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining. *J Am Dent Assoc.* 2017; 148: 510-518.
- Langeland K. Penetration of silver nitrate and H3-tagged monomers through dentinal tubules. *Annu Meet Am Inst Oral Biol.* 1966; 23: 91-4.
- Sayed M, Matsui N, Uo M, et al. Morphological and elemental analysis of silver penetration into sound/demineralized dentin after SDF application. *Dent Mater.* 2019; 35: 1718-1727.
- Al-Angari SS, Lippert F, Platt JA, Eckert GJ, Gonzalez-Cabezas C, Li Y, et al. Bleaching of simulated stained-remineralized caries lesions in vitro. *Clin Oral Investig.* 2019; 23: 1785-92.
- Li Y, Liu Y, Psoter WJ, Nguyen OM, Bromage TG, Walters MA, et al. Assessment of the Silver Penetration and Distribution in Carious Lesions of Deciduous Teeth Treated with Silver Diamine Fluoride. *Caries Res.* 2019; 53: 431-40.
- Zhao IS, Gao SS, Hiraishi N, Burrow MF, Duangthip D, Mei ML, et al. Mechanisms of silver diamine fluoride on arresting caries: a literature review. *Int Dent J.* 2018; 68: 67-76.
- Mei ML, Ito L, Cao Y, Li QL, Lo ECM, Chu CH. Inhibitory effect of silver diamine fluoride on dentine demineralisation and collagen degradation. *J Dent.* 2013;41:809-17.
- de Almeida L de FD, Cavalcanti YW, Valenna AMG. In vitro antibacterial activity of silver diamine fluoride in different concentrations. *Acta Odontol Latinoam.* 2011; 24: 127-31.
- Ribeiro Targino AG, Pelagio Flores MA, dos Santos Junior VE, Bene Bezerra F de G, Freire H de L, Galembeck A, et al. An innovative approach to treating dental decay in children. A new anti-caries agent. *J Mater Sci Med.* 2014; 25: 2041-7.
- Mei ML, Chu CH, Lo EC, Samaranayake LP. Preventing root caries development under oral biofilm challenge in an artificial mouth. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18: 557-563.
- Mei ML, Ito L, Cao Y, Lo ECM, Li QL, Chu CH. An ex vivo study of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy. *J Dent.* 2014; 42: 395-402.
- Saitou M, Suzuki T, Niitsuma K. Multiple pulmonary *Aspergillus fumigatus* cysts and cavities that disappeared with anti-fungal agents. *Respirol Case Reports.* 2018; 6 (6): 1-3.
- Suzuki T, Tsutsumi N, Sobue S, Suginaka H. Effect of diammine silver fluoride on plaque formation by *Streptococcus mutans*. *Japanese J Oral Biol.* 1976; 18: 268-78.
- Chu CH, Lo ECM. Promoting caries arrest in children with silver diamine fluoride: a review. *Oral Health Prev Dent.* 2008; 6: 315-21.
- Lou YL, Botelho MG, Darvell BW. Reaction of silver diamine fluoride with hydroxyapatite and protein. *J Dent.* 2011; 39: 612-8.
- Mei ML, Ito L, Cao Y, Lo ECM, Li QL, Chu CH. An ex vivo study

- of arrested primary teeth caries with silver diamine fluoride therapy. *J Dent.* 2014; 42: 395–402.
40. Mei ML, Li QL, Chu CH, Yiu CKY, Lo ECM. The inhibitory effects of silver diamine fluoride at different concentrations on matrix metalloproteinases. *Dent Mater.* 2012; 28: 903–8.
 41. Shah S., Bhaskar V., Venkatraghavan K, Choudhary P, Ganesh M., Trivedi K. Silver Diamine Fluoride: A Review and Current Applications, *Journal of Advanced Oral Research*, 2014; 5(1): 25–35.
 42. Griffin SO, Griffin PM, Swann JL, Zlobin N. Estimating rates of new root caries in older adults. *J Dent Res.* 2004; 83: 634–638.
 43. Crystal YO, Marghalani AA, Ureles SD, Wright JT, Sulyanto R, Divaris K, et al. Use of silver diamine fluoride for dental caries management in children and adolescents, including those with special health care needs. *Pediatr Dent.* 2017; 39: E135–45.
 44. McDonald SP, Sheiham A. A clinical comparison of non-traumatic methods of treating dental caries. *Int Dent J.* 1994; 44: 465–70.
 45. Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-Month clinical trial. *J Dent Res.* 2005; 84: 721–4.
 46. Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Dental Plaque and Caries on Occlusal Surfaces of First Permanent Molars in Relation to Stage of Eruption. *J Dent Res.* 1989; 68: 773–9.
 47. Hörkönen T, Larmas MA, Virtanen JI, Arjas E. Applying Modern Survival Analysis Methods to Longitudinal Dental Caries Studies. *J Dent Res.* 2002; 81: 144–8.
 48. Shapira J, Fuks A, Chosack A, Houpt M, Eidelman E. Comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants: five-year results. *Pediatr Dent.* 1990; 12: 168–9.
 49. Koupis NS, Martens LC, Verbeeck RMH. Relative curing degree of polyacid-modified and conventional resin composites determined by surface Knoop hardness. *Dent Mater.* 2006; 22:1045–50.
 50. Yamaga R, Nishino M, Yoshida S, Yokomizo I. Diammine silver fluoride and its clinical application. *J Osaka Univ Dent Sch.* 1972; 12: 1–20.
 51. Ajetunmbi OM, Whyte B, Chalmers J, Tappin DM, Wolfson L, Fleming M, et al. Breastfeeding is Associated with Reduced Childhood Hospitalization: Evidence from a Scottish Birth Cohort (1997–2009). *J Pediatr.* 2015; 166: 620–625.
 52. Chalmers J, Hodge C, Fuss J, Spencer A, Carter K. The Prevalence and Experience of Oral Diseases in Adelaide Nursing Home Residents. *Aust Dent J.* 2002; 47: 123–30.
 53. Lo ECM, Luo Y, Dyson JE. Oral health status of institutionalised elderly in Hong Kong. *Community Dent Health.* 2004; 21: 224–6.
 54. Li R, Lo ECM, Liu BY, Wong MCM, Chu CH. Randomized Clinical Trial on Preventing Root Caries among Community-Dwelling Elders. *JDR Clin Transl Res.* 2017; 2: 66–72.
 55. Tan HP, Lo EC, Dyson JE, Luo Y, Corbet EF. A randomized trial on root caries prevention in elders. *J Dent Res.* 2010; 89: 1086–1090.
 56. Chu CH, Lo ECM, Lin HC. Effectiveness of Silver Diamine Fluoride and Sodium Fluoride Varnish in Arresting Dentin Caries in Chinese Pre-school Children. *J Dent Res.* 2002; 81: 767–70.
 57. Castillo JL, Rivera S, Aparicio T, Lazo R, Aw TC, Mandl LL, et al. The short-term effects of diammine silver fluoride on tooth sensitivity: A randomized controlled trial. *J Dent Res.* 2011; 90: 203–8.
 58. Law A, Messer H. An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. *J Endod.* 2004; 30: 689–94.
 59. Hiraishi N, Yiu CKY, King NM, Tagami J, Tay FR. Antimicrobial efficacy of 3.8% silver diamine fluoride and its effect on root dentin. *J Endod.* 2010; 36: 1026–9.
 60. Mathew V, Madhusudhana K, Sivakumar N, Venugopal T, Reddy R. Anti-microbial efficiency of silver diamine fluoride as an endodontic medicament - An ex vivo study. *Contemp Clin Dent.* 2012; 3: 262.
 61. Hiraishi N, Yiu CKY, King NM, Tagami J, Tay FR. Antimicrobial efficacy of 3.8% silver diamine fluoride and its effect on root dentin. *J Endod.* 2010; 36: 1026–9.
 62. Chen X, Zhan JY, Lu HX, Ye W, Zhang W, Yang WJ, et al. Factors associated with black tooth stain in Chinese preschool children. *Clin Oral Investig.* 2014; 18: 2059–66.
 63. Crystal YO, Niederman R. Evidence-Based Dentistry Update on Silver Diamine Fluoride. *Dental Clinics of North America.* W.B. Saunders; 2019; 63: 45–68.
 64. Mei ML, Li QL, Chu CH. Inhibition of cariogenic plaque formation on root surface with polydopamine-induced-polyethylene glycol coating. *Materials (Basel).* 2016; 9(6): 414–426.
 65. Vasquez E, Zegarra G, Chirinos E, Castillo JL, Taves DR, Watson GE, et al. Short term serum pharmacokinetics of diammine silver fluoride after oral application. *BMC Oral Health.* 2012; 12: 60.
 66. Farmer JW, Singhal S, Dempster L, Quiponez C. Effectiveness, safety, and acceptance of silver diamine fluoride therapy and its implications for dental hygiene practice: Position paper and statement from the Canadian Dental Hygienists Association. *Can J Dent Hyg.* 2018; 52: 192–207.
 67. Roper W., Toxicological profile for Silver. Agency for Toxic Substances and Disease Registry U.S. Public Health Service, 1990: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp146.pdf>
 68. Yee R, Holmgren C, Mulder J, Lama D, Walker D, Helderman WVP. Efficacy of silver diamine fluoride for arresting caries treatment. *J Dent Res.* 2009; 88: 644–7.
 69. Zhi QH, Lo ECM, Lin HC. Randomized clinical trial on effectiveness of silver diamine fluoride and glass ionomer in arresting dentine caries in preschool children. *J Dent.* 2012; 40: 962–7.
 70. dos Santos VE Jr., de Vasconcelos FMN., Andria G. Ribeiro AG., Rosenblatt A., Paradigm shift in the effective treatment of caries in schoolchildren at risk. *International Dental Journal*, 2012; 62(1): 47–51
 71. Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Arresting dentine caries with different concentration and periodicity of silver diamine fluoride. *JDR Clin Transl Res.* 2016; 1: 143–52.
 72. Duangthip D, Chu CH, Lo ECM. A randomized clinical trial on arresting dentine caries in preschool children by topical fluorides--18 month results. *J Dent.* 2016; 44: 57–63.
 73. Crystal YO, Niederman R. Silver diamine fluoride treatment considerations in children's caries management. *Pediatr Dent.* 2016; 38: 466–71.
 74. SDI, Safety Data Sheet, Product: Riva Star, 2015: 1-6 : (http://www.sdi.com.au/images/stories/MSDS/MSDS_EN/Riva_Star_DS_EN.pdf)
 75. Oliveira BH, Rajendra A, Veitz-Keenan A, Niederman R. The Effect of Silver Diamine Fluoride in Preventing Caries in the Primary Dentition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Caries Res.* 2019; 53: 24–32.
 76. Seifo N, Cassie H, Radford JR, Innes NPT. Silver diamine fluoride for managing carious lesions: An umbrella review. *BMC Oral Health*, 2019; 19: 145–155
 77. Hu S, Meyer B, Duggal M. A silver renaissance in dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry.* 2018; 19: 221–227.
 78. Tolba ZO, Hamza HS, Moheb DM, Hassanein HE, El Sayed HM. Effectiveness of two concentrations 12% versus 38% of silver diamine fluoride in arresting cavitated dentin caries among children: a systematic review. *Egypt Pediatr Assoc Gaz.* 2019; 67(1).
 79. Milgrom P, Horst JA, Ludwig S, Rothen M, Chaffee BW, Lyalina S, et al. Topical silver diamine fluoride for dental caries arrest in preschool children: A randomized controlled trial and

- microbiological analysis of caries associated microbes and resistance gene expression. *J Dent*. 2018; 68: 72–8.
80. Hu S, Meyer B, Duggal M. A silver renaissance in dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2018; 19: 221–7.
81. Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Randomized Clinical Trial of 12% and 38% Silver Diamine Fluoride Treatment. *J Dent Res*. 2018; 97: 171–8.
82. Liu BY, Lo ECM, Chu CH, Lin HC. Randomized trial on fluorides and sealants for fissure caries prevention. *J Dent Res*. 2012; 91: 753–8.
83. Crystal YO, Janal MN, Hamilton DS, Niederman R. Parental perceptions and acceptance of silver diamine fluoride staining. *J Am Dent Assoc*. 2017; 148: 510-518.

