

# Academic Journal of Dental Students

Ακαδημαϊκό Περιοδικό φοιτητών Οδοντιατρικής

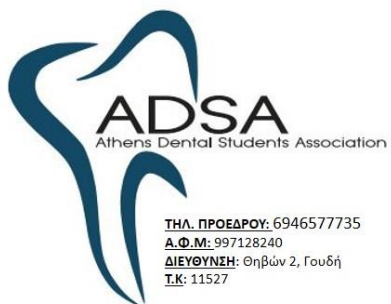


# AJDS

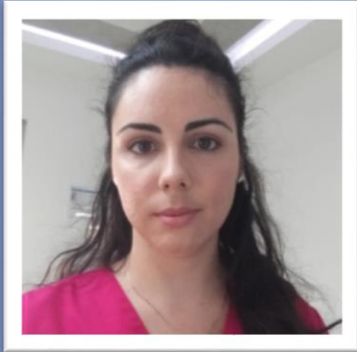
ISSN 2529-2129  
Vol 2 Issue 1. Sep – Mar 2019-2020



ISSN 2529-2129



# Εκδοτική Επιτροπή



**Claudia León Castell**  
Πρόεδρος &  
Webmaster



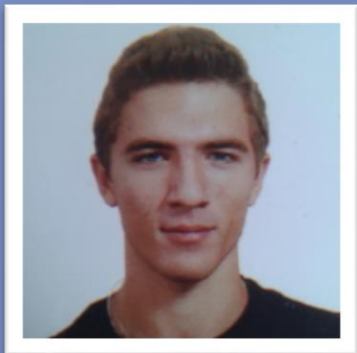
**Χρυσούλα Βακάκη**  
Αρχισυντάκτρια



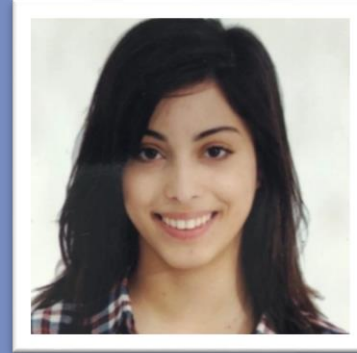
**Ανδρέας Παπανδρέου**  
Βοηθός  
Αρχισυντάκτη



**Δήμητρα Βάκου**  
Υπεύθυνη  
Επικοινωνίας &  
Δραστηριοτήτων



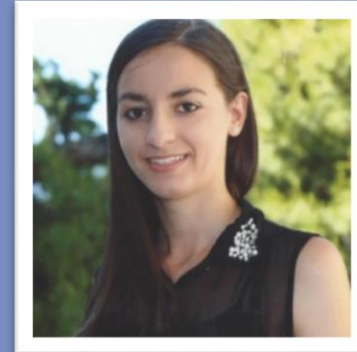
**Εμμανουήλ Χατζηβασιλής**  
Υπεύθυνος  
Κοινωνικών  
Δικτύων



**Δήμητρα Θεοδωρίδου**  
Υπεύθυνη  
Φωτογραφιών  
& Συνεντεύξεων



**Ιόλη Μπισσάκου**  
Υπεύθυνη  
ιστοσελίδας



**Ροδόπη Εμφιετζόγλου**  
Υπεύθυνη  
Συνεντεύξεων

# Μέλη ΔΕΠ

Μέλη ΔΕΠ (Διδακτικό – Ερευνητικό Προσωπικό) υπεύθυνα για τον έλεγχο των σχετικών με το αντικείμενο ειδικεισής τους εργασιών είναι:

## **Εργαστήριο Προληπτικής και Κοινωνικής Οδοντιατρικής**

Παπαϊωάννου Βασίλειος  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
vrapaio@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Ορθοδοντικής**

Χαλαζωνίτης Δημήτριος  
Καθηγητής  
dchalaz@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Παιδοδοντιατρικής**

Γκιζάνη Σωτηρία  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
stgizani@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Οδοντικής Χειρουργικής**

Ραχιώτης Χρίστος  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
craxioti@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Ενδοδοντίας**

Φαρμάκης Ελευθέριος – Τέρρυ  
Επίκουρος Καθηγητής  
elefarm@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Περιοδοντολογίας**

Καρούσης Ιωάννης  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
ikaroussis@dent.uoa.gr

## **Κλινική Αντιμετώπισης Στοματοπροσωπικού Πόνου**

Τζάκης Μιχαήλ  
Καθηγητής  
mtzakis@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Προσθετικής**

Καρκαζής Ηρακλής  
Καθηγητής  
hkarkaz@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Στοματολογίας**

Νικητάκης Νικόλαος  
Καθηγητής  
nnikitakis@dent.uoa.gr

## **Κλινική Στοματικής και Γναθοπροσωπικής Χειρουργικής**

Θεολόγη - Λυγιδάκη Κωνσταντίνα  
Επίκουρη Καθηγήτρια  
theolog@dent.uoa.gr

## **Κλινική Διαγνωστικής και Ακτινολογίας Στόματος**

Δοντά – Μπακογιάννη Αικατερίνη  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
edonta@dent.uoa.gr

## **Κλινική Νοσοκομειακής Οδοντιατρικής**

Νικολάτου – Γαλίτη Ουρανία  
Καθηγήτρια  
onikolat@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Βιοϋλικών**

Παπαδόπουλος Τριαντάφυλλος  
Καθηγητής  
trpapad@dent.uoa.gr

## **Εργαστήριο Βασικών Ιατροβιολογικών Επιστημών**

Κιτράκη Ευθυμία  
Καθηγήτρια  
ekitraki@dent.uoa.gr

Υπεύθυνος από όλα τα μέλη ΔΕΠ είναι ο κ. Ραχιώτης Χρίστος, Αναπληρωτής Καθηγητής από το Εργαστήριο Οδοντικής Χειρουργικής  
Στατιστικός Έλεγχος: κ. Σαμόλη Ευαγγελία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Εργαστήριο Υγιεινής Επιδημιολογίας και Ιατρικής Στατιστικής esamoli@med.uoa.gr

# Περιεχόμενα

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	<b>5</b>
<b>EDITORIAL</b>	<b>6</b>
<b>ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ: ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΚΛΙΝΙΚΩΝ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΩΝ</b> ΘΕΡΙΑΚΗ ΡΑΦΑΕΛΛΑ, ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΤΑΞΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ, ΤΣΙΧΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ, ΦΕΡΛΣΤΕΦΕΝ ΑΡΕΤΗ-ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ	<b>7</b>
<b>ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΟΔΟΝΤΙΚΑ ΘΕΡΑΠΕΥΜΕΝΩΝ ΔΟΝΤΙΩΝ</b> ΔΑΒΑΡΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ, ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΤΩΝΙΑ, ΤΖΑΝΑΒΑΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΤΣΙΒΟΥΡΑΚΗ ΜΑΡΙΑ, ΤΣΙΛΙΜΙΔΟΥ ΑΝΔΡΙΑΝΗ	<b>21</b>
<b>ΚΟΝΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b> ΜΑΡΓΑΡΙΤΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ, ΜΑΡΝΙΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ, ΜΟΛΩΝΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ, ΜΟΥΖΟΥΛΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ, ΜΠΑΝΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ, ΜΠΙΡΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	<b>32</b>
<b>ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΟΛΟΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΔΙΠΥΡΙΤΙΚΟ ΛΙΘΙΟ</b> ΙΑΚΩΒΟΥ ΝΙΟΒΗ, ΚΟΥΣΚΟΥΚΗ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ, ΚΟΥΤΡΑ ΜΑΡΙΑ, ΚΟΥΦΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ-ΑΡΙΑΔΝΗ, ΚΥΡΑΝΤΩΝΗ ΕΙΡΗΝΗ-ΑΓΑΠΗ, ΛΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	<b>46</b>
<b>ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΟΛΟΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΖΙΡΚΟΝΙΑ</b> ΑΣΒΕΣΤΑ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ, ΒΑΡΕΛΗ ΤΣΑΜΠΙΚΑ, ΜΕΡΤΙΚΑ ΣΤΑΜΑΤΙΝΑ, ΣΑΒΒΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, ΜΑΝΟΣ ΣΙΜΟΝΕΤΟΣ, ΧΩΡΑΒΑΤΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ	<b>54</b>



# Πρόλογος



Αγαπητοί φίλοι,

Σε ένα κόσμο όπου η τεχνολογία αλλάζει την καθημερινότητά μας με ταχύτατους ρυθμούς, η οδοντιατρική επιστήμη δεν μπορεί να μείνει αμέτοχη. Νέα υλικά και τεχνικές είναι εδώ για να διευκολύνουν την κλινική μας πράξη, τροποποιώντας, πολλές φορές ριζικά, τον τρόπο άσκησης του επαγγέλματός μας. Η ανάπτυξή τους δημιουργεί σε όλους μας την ανάγκη και την πρόκληση για συνεχή ενημέρωση. Σε αυτό έρχεται να συμβάλλει το Ακαδημαϊκό Περιοδικό Φοιτητών της Οδοντιατρικής (Academic Journal of Dental Students, AJDS), δημιούργημα μιας ομάδας φοιτητών της Σχολής μας με ορμή και επιθυμία για επιστημονική γνώση.

Ως υπεύθυνη του μαθήματος «Ακίνητη Προσθετική Ι», αισθάνομαι ιδιαίτερη χαρά προλογίζοντας το δεύτερο τεύχος του AJDS. Σε αυτό φιλοξενούνται επιλεγμένες εργασίες φοιτητών 7<sup>ου</sup> Εξαμήνου 2018-19, οι οποίες εκπονήθηκαν στα πλαίσια της εργαστηριακής άσκησης του μαθήματος. Όλοι οι προπτυχιακοί φοιτητές εργάστηκαν σε οκταμελείς ομάδες για τη συγγραφή βιβλιογραφικών εργασιών πάνω σε προεπιλεγμένη θεματολογία. Κύριος σκοπός της προσπάθειας ήταν να έρθουν οι συμμετέχοντες σε επαφή με τη διεθνή βιβλιογραφία και να κάνουν τα πρώτα τους βήματα στη συγγραφή επιστημονικών μελετών. Η καθοδήγηση των φοιτητών και η επιλογή των πληρέστερων εργασιών έγινε με την άοκνη συμπαράσταση του κου Γ. Φιλιππάτου και την συμβολή των υπολοίπων συνεργατών του εργαστηρίου τους οποίους και ευχαριστώ θερμά.

Εύχομαι το AJDC να συνεχίσει το ταξίδι του στο χώρο της επιστημονικής ενημέρωσης, συγκεντρώνοντας το ενδιαφέρον όχι μόνο των φοιτητών και των ακαδημαϊκών δασκάλων τους, αλλά και του συνόλου της οδοντιατρικής κοινότητας.

Με συναδελφικούς χαιρετισμούς,  
Ασπασία Σαραφianού  
Επίκουρη Καθηγήτρια Ακίνητης  
Προσθετικής Οδοντιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

# Editorial



Το Ακαδημαϊκό Περιοδικό Φοιτητών της Οδοντιατρικής (Academic Journal of Dental Students – AJDS) δημιουργήθηκε από φοιτητές και απευθύνεται σε φοιτητές. Πρωταρχικός σκοπός αυτού είναι η καθοδήγηση των φοιτητών στον τομέα της συγγραφής επιστημονικών εργασιών, έτσι ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στο παγκόσμιο επίπεδο δημοσιεύσεων.

Στο τεύχος αυτό οι τριτοετείς φοιτητές της Οδοντιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ πραγματοποίησαν τα πρώτα τους βήματα στην επιστημονική συγγραφή υπό το πρίσμα της εκπαίδευσής τους στο εργαστήριο της Ακίνητης Προσθητικής. Η προσπάθειά τους ήταν αξιόπαινη και με τη βοήθεια της εκδοτικής επιτροπής και της Επίκουρης Καθηγήτριας Α. Σαραφιανού κατόρθωσαν να παραδώσουν ιδιαίτερα αξιόλογες εργασίες, θέτοντας τις βάσεις για τη μετέπειτα ενασχόληση τους με τη συγγραφική διαδικασία.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα την Επίκουρη Καθηγήτρια Α. Σαραφιανού για την πολύτιμη βοήθειά της στην υλοποίηση του τεύχους. Ελπίζουμε η προσπάθεια αυτή να αγκαλιαστεί από τους φοιτητές των επόμενων ετών, ώστε να καταστεί δυνατή η βελτίωση της ποιότητας των συντασσόμενων από εκείνους επιστημονικών άρθρων.

Βακάκη Χρυσούλα,  
Αρχισυντάκτρια του AJDS

# ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ: ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΚΛΙΝΙΚΩΝ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΩΝ

ΘΕΡΙΑΚΗ ΡΑΦΑΕΛΛΑ\*, ΜΠΑΡΟΥΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ\*, ΤΑΞΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ\*, ΤΣΙΧΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ\*, ΦΕΡΛΣΤΕΦΕΝ ΑΡΕΤΗ-ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ\*

Έτος 2019-2020

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ:** Οι υψηλές λειτουργικές και αισθητικές απαιτήσεις των ασθενών αυξάνουν την πολυπλοκότητα των περιστατικών που καλείται να θεραπεύσει ο οδοντίατρος. Η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων ειδικοτήτων της οδοντιατρικής για την εκπόνηση και εκτέλεση του προσθετικού σχεδίου θεραπείας είναι επιβεβλημένη.

**ΣΚΟΠΟΣ:** Η παρούσα εργασία περιγράφει τις κλινικές περιπτώσεις όπου απαιτείται συνεργασία της ακίνητης προσθετικής με άλλες ειδικότητες για την κατάρτιση ενός σχεδίου θεραπείας.

**ΜΕΘΟΔΟΙ:** Πραγματοποιήθηκε έρευνα της βιβλιογραφίας στις ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες PubMed, Google Scholar και Medline για την τελευταία δεκαετία.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:** Μετά την ενδελεχή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας γίνεται σαφές ότι η ακίνητη προσθετική μπορεί και επιβάλλεται να συνδυαστεί με όλες τις ειδικότητες, την περιοδοντολογία, την ενδοδοντία, και την κινητή προσθετική. Η ακίνητη αποκατάσταση αποτελεί το επιστέγασμα μιας σειράς θεραπευτικών διαδικασιών. Η αρμονική λοιπόν συνεργασία όλων των ειδικοτήτων έχει σαν αποτέλεσμα την βέλτιστη λειτουργικότητα και αισθητικότητα των ακίνητων αποκαταστάσεων και την μέγιστη μακροβιότητα αυτών.

**ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ:** οδοντιατρικό σχέδιο θεραπείας, περιοδοντίτιδα, σύνδεσμοι ακριβείας, ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια, ακίνητη προσθετική.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The high functional and aesthetic demands of patients increase the complexity of the cases that the dentist is called to face. The collaboration between the different specialties of dentistry is necessary to achieve the best performance of the prosthetic treatment planning.

**AIM:** The aim of this study is to highlight the necessity of cooperation of dental specialties. A variety of clinical cases are documented, where collaboration is required based on current bibliographic data.

**METHODS:** The search strategy included a review of electronic database using PubMed, Google Scholar and Medline for the last decade.

**CONCLUSIONS:** From literature review it is concluded that fixed prosthodontics can and should be combined with other specialties, such as periodontology, endodontics and removable prosthodontics. The fixed restoration is the capstone of a sequence of therapeutic procedures. The harmonic coexistence of all specialties improves not only the functionality and the aesthetics of the fixed dentures but also their longevity.

**KEY WORDS:** dental treatment planning, periodontitis, precision attachments, endodontically treated teeth, fixed prosthodontics



## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται τόσο από την αύξηση των οδοντιατρικών αναγκών των ασθενών όσο και από ραγδαία εξέλιξη των γνώσεων της οδοντιατρικής επιστήμης σε όλους τους κλάδους που την διέπουν. Αντίκτυπο αυτού είναι η επιτακτική ανάγκη συνεργασίας των διάφορων ειδικοτήτων της οδοντιατρικής. Ο σχεδιασμός της θεραπείας περιλαμβάνει την κατάρτιση μιας λογικής αλληλουχίας θεραπευτικών σταδίων, με στόχο την αποκατάσταση της υγείας του οδοντικού φραγμού του ασθενή. Επομένως, μετά από λεπτομερή έρευνα της βιβλιογραφίας στις ηλεκτρονικές πηγές PubMed, Google Scholar και Medline την τελευταία δεκαετία, συμπεραίνουμε πως για να έχουμε μια άριστη προσθετική αποκατάσταση η οποία θα διέπεται από τις απαραίτητες βιολογικές και μηχανικές αρχές και θα χαρακτηρίζεται από καλή λειτουργικότητα, αισθητική και μακροβιότητα, θα πρέπει η προσθετική, η περιοδοντολογία και η ενδοδοντία να συνεργάζονται, να συναποφασίζουν και να παρεμβαίνουν στην κατάλληλη φάση της θεραπείας με γνώμονα το βέλτιστο αποτέλεσμα για τον ασθενή. Η σύγχρονη οδοντιατρική κλινική πράξη είναι συνυφασμένη με την έννοια των οδοντιατρικών ομάδων που απαρτίζονται από όλες τις κλινικές ειδικότητες.

## **ΠΕΡΙΟΔΟΝΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ**

Κάθε είδους ακίνητη προσθετική αποκατάσταση επιβάλλει τη συνεργασία του προσθετολόγου με του περιοδοντολόγου, καθώς ο κρισιμότερος παράγοντας επιτυχίας και μακροβιότητας της αποκατάστασης είναι ο σεβασμός των περιοδοντικών ιστών. Τα πράγματα περιπλέκονται σε ασθενείς που

παρουσιάζουν σημεία ενεργούς περιοδοντικής νόσου, όπου ο οδοντίατρος καλείται να αντιμετωπίσει τις αλλοιώσεις που υφίστανται το φυσιολογικό περιοδόντιο. Οι προκλήσεις που πρέπει να διαχειριστεί ο οδοντίατρος είναι η μειωμένη οστική στήριξη που μπορεί να φτάνει και κάτω από 50%, η παρουσία θυλάκων, η απώλεια πρόσφυσης καθώς και η κινητικότητα των δοντιών που οδηγεί σε αλλαγή θέσεων στο φραγμό.<sup>1</sup>

## **Βασικές αρχές διαχείρισης του περιοδοντίου**

Σκοπός κάθε προσθετικής εργασίας πέρα από την λειτουργική και αισθητική αποκατάσταση, είναι η μείωση της κατακράτησης πλάκας και η δυνατότητα επίτευξης άριστης στοματικής υγιεινής τόσο από τον οδοντίατρο όσο και από τον ίδιο τον ασθενή.<sup>2</sup> Οι παράγοντες που σχετίζονται με την προσθετική και προκαλούν φλεγμονή των ούλων καταλήγοντας σε περιοδοντική νόσο είναι τα ελαττωματικά τελικά όρια της παρασκευής, η κακή οριακή προσαρμογή, οι ογκώδεις αποκαταστάσεις και τα λανθασμένα περιγράμματα των αποκαταστάσεων που είτε υπερκαλύπτουν είτε υποκαλύπτουν τα κολοβώματα. Βασικός βιολογικός παράγοντας που απασχολεί τον θεράποντα ιατρό είναι το βιολογικό εύρος. Εάν παραβιαστεί το βιολογικό εύρος, ξεκινάει μια φλεγμονώδης απάντηση με απορρόφηση του φατνιακού οστού, αύξηση του βάθους θυλάκων, αυξημένη συσσώρευση βακτηρίων υποουλικά και τοπική περιοδοντική κατάρρευση.<sup>3</sup> Οι ασθενείς χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το βιολογικό τους εύρος:

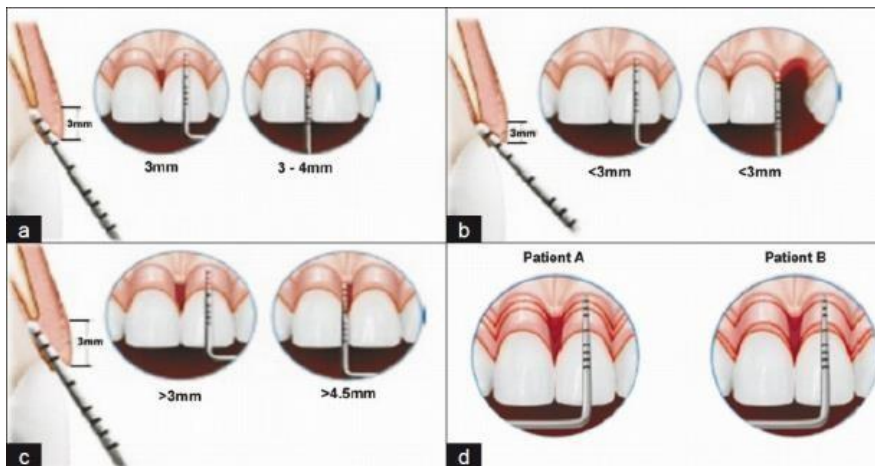
- a) Normal crest
- β) High crest
- γ) Low crest (**Εικόνα 1**)

Η μέτρηση για τον καθορισμό του βιολογικού εύρους γίνεται μετρώντας την απόσταση από την κορυφή των ούλων μέχρι την κορυφή του φατνιακού οστού σε δύο σημεία, στη μεσότητα της προστομιακής επιφάνειας και στην εγγύς επιφάνεια του δοντιού. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται bone sounding.<sup>3</sup> Το 85% των ασθενών έχουν normal crest και σύμφωνα με τις μετρήσεις τους έχουν 3mm απόσταση στην μέση προστομιακή επιφάνεια και 3-4mm στην εγγύς επιφάνεια. Σε αυτούς τους ασθενείς μπορεί να τοποθετηθεί στεφάνη υποουλικά σε απόσταση 0,5mm από την παρυφή των ούλων (**Εικόνα 1**)<sup>3,4</sup>.

Ένα 2% των ασθενών ανήκει στην κατηγορία του high crest με απόσταση και στα 2 σημεία λιγότερο από 3mm. Σε αυτούς τους ασθενείς δεν μπορεί να

τοποθετηθεί υποουλικά η αποκατάσταση (**Εικόνα 1**).<sup>3,4</sup>

Τέλος στην low crest κατηγορία ανήκει το 13% των ασθενών όπου στην μέση προστομιακή επιφάνεια έχουν πάνω από 3mm ενώ στην εγγύς πάνω από 4,5mm. Αυτή η κατηγορία χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες. Στους low crest stable (εικόνα 1) ασθενείς οι οποίοι θεραπευτικά αντιμετωπίζονται όπως οι normal crest ασθενείς καθώς μπορεί να τοποθετηθεί υποουλικά στεφάνη σε απόσταση 0,5mm. Ενώ η άλλη υποκατηγορία είναι οι low crest unstable ασθενείς, οι οποίοι διατρέχουν τον κίνδυνο μετά την τοποθέτηση της αποκατάστασης να προκληθεί υποχώρηση των ούλων με αποτέλεσμα να αποκαλυφθούν τα όρια της αποκατάστασης. Γι'αυτό το λόγο η οριοθέτηση γίνεται σε μεγαλύτερο βάθος μέσα στην ουλοδοντική σχισμή.<sup>3</sup>



**Εικόνα 1.**(a) normal crest. (b) high crest. (c) low crest. (d) Patient A: low crest unstable, και Patient B: low crest stable <sup>4</sup>

Εκτός από το βιολογικό εύρος, άλλοι καθοριστικοί παράγοντες για τον σχεδιασμό των ακίνητων προθέσεων είναι η τοποθέτηση των ορίων (υποουλικά, ισουλικά ή υπερούλικά), η οριακή

αυχενική προσαρμογή και η γεωμετρία των αυχενικών ορίων.<sup>5</sup>

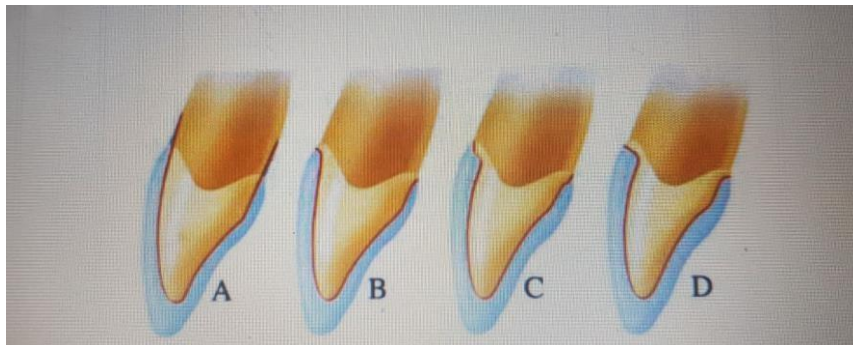
Είναι γενικά αποδεκτό ότι η υπερούλικη τοποθέτηση των ορίων είναι καλύτερη όσο αφορά την υγεία του περιοδοντίου διότι προκαλείται μικρότερος

τραυματισμός των μαλακών ιστών, αποτρέπεται η κατακράτηση μικροβίων και διευκολύνεται η στοματική υγεία.<sup>3,5</sup>

Ωστόσο, συχνά ενδείκνυται η υποουλική τοποθέτηση των ορίων όπως είναι σε περιπτώσεις αυχενικής τερηδόνας ή διάβρωσης, σε ευαισθησία της ρίζας ή για αισθητικούς λόγους ειδικά στην πρόσθια ζώνη.<sup>5</sup> Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τα σύγχρονα κεραμικά υλικά σε συνδυασμό με ένα σωστό περίγραμμα της αποκατάστασης.<sup>6</sup> Παρόλα αυτά σύμφωνα με τους Ferrari et al. η ενδοσχισμική τοποθέτηση των ορίων σχετίζεται με αυξημένη αιμορραγία στην ανίχνευση, ειδικά σε συνδυασμό με βαθιά υποουλικά όρια.<sup>7</sup>

Η αυχενική οριακή προσαρμογή είναι ένας άρρηκτα συνδεδεμένος

παράγοντας με την υγεία του περιοδοντίου καθώς είναι ένα ευάλωτο σημείο για την ανάπτυξη τερηδόνας λόγω της αδρότητας της επιφάνειας και της διάλυσης της κονίας στην περιοχή. Στόχος θα πρέπει να είναι η κατά το δυνατό επίτευξη ομαλών και λείων ορίων.<sup>5</sup> Τέλος η γεωμετρία των αυχενικών ορίων καθορίζεται από το είδος της αποκατάστασης, την περιοδοντική κατάσταση του δοντιού, τη θέση του δοντιού στο φραγμό και τις αισθητικές απαιτήσεις. Οι κατηγορίες οι οποίες διακρίνονται είναι η παρασκευή τύπου «πτερού» ή «άκρου μαχαίρας», η τοξοειδής παρασκευή, η παρασκευή βάθρου με λοξοτόμηση και η παρασκευή βάθρου (Εικόνα 2).<sup>5</sup> Η παρασκευή άκρου μαχαίρας έχει ενοχοποιηθεί για ανάπτυξη φλεγμονής ούλων.<sup>2</sup>



**Εικόνα 2.** Απεικόνιση των τύπων οδοντικών παρασκευών.

- A) παρασκευή τύπου πτερού ή μαχαίρας. B) τοξοειδής παρασκευή.  
C) παρασκευή βάθρου με λοξοτόμηση. D) παρασκευή βάθρου

### **Πρόγνωση ακίνητων αποκαταστάσεων σε περιοδοντικά δόντια**

Απαραίτητη θεωρείται η συνεργασία των τομέων της προσθετικής και της Περιοδοντολογίας όταν πρέπει να αποφασιστεί η πρόγνωση ορισμένων δοντιών ώστε να κριθεί αν αυτά θα διατηρηθούν στο φραγμό ή εάν θα χρησιμοποιηθούν σαν δόντια στηρίγματα των ακίνητων αποκαταστάσεων. Σύμφωνα με τους Cabanilla et al. έχει διαπιστωθεί ότι τα δόντια με καλή πρόγνωση έχουν 9,6 φορές μικρότερο

κίνδυνο να χαθούν σε σχέση με άλλα δόντια. Επιπλέον τα δόντια στηρίγματα μιας κινητής αποκατάστασης διατρέχουν 3,05 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο σε σχέση με τις ακίνητες αποκαταστάσεις.<sup>8</sup>

Πληθώρα επιστημονικών άρθρων επισημαίνει την σπουδαιότητα της υποστηρικτικής περιοδοντικής θεραπείας και της συμμόρφωσης του ασθενή στην μακροβιότητα των αποκαταστάσεων.<sup>9,10,11</sup> Συγκεκριμένα, οι Di Febo et al. ανέφεραν ότι σε ασθενείς με συμμόρφωση και 20 χρόνια περιοδοντική

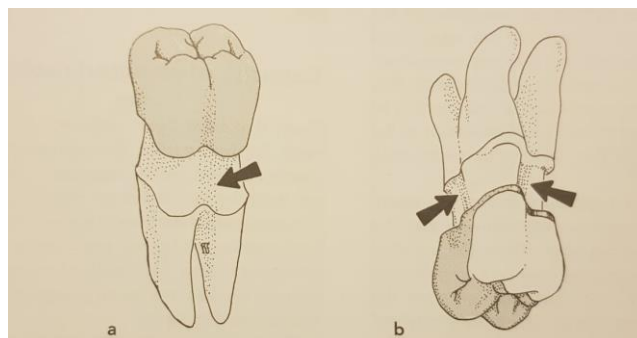
υποστηρικτική θεραπεία τα ποσοστά επιτυχίας της περιο-προσθετικής θεραπείας ήταν εντυπωσιακά, καθώς το 90,1% των δοντιών στηριγμάτων παρέμεναν σε λειτουργία ενώ μόνο το 9,9% των στηριγμάτων χάθηκαν από τα οποία το 48% λόγω κάθετου κατάγματος ρίζας και μόλις το 31% για λόγους περιοδοντίτιδας.<sup>10</sup> Οι Graetz et al. απέδειξαν ότι με σωστή υποστηρικτική περιοδοντική θεραπεία μπορούμε να πετύχουμε 100% επιβίωση των αποκαταστάσεων ανεξαρτήτως ηλικίας των ασθενών.<sup>9</sup> Αξίζει επίσης να αναφερθεί η έρευνα των Hirogo Ikaï et al. οι οποίοι απέδειξαν ότι τα δόντια στηρίγματα των ακίνητων προσθετικών αποκαταστάσεων έχουν αυξημένη πιθανότητα να χαθούν όταν δεν υπάρχει οδοντιατρική παρακολούθηση. Σε ποσοστό 33% χάθηκαν τα δόντια στηρίγματα με συχνότερη αιτία τα περιοδοντικά προβλήματα που δημιουργήθηκαν λόγω κατακράτησης πλάκας.<sup>12</sup> Τέλος οι Muller et al. αναφέρουν ότι οι ασθενείς με προσθετικές εργασίες και μακροχρόνια υποστηρικτική θεραπεία έχουν αυξημένο κίνδυνο να χάσουν τα δόντια τους εφόσον δεν ληφθούν υπόψη οι εμβιομηχανικές παράμετροι των αποκαταστάσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ενώ αναφέρουν ότι άλλοι παράγοντες που επιβαρύνουν την πρόγνωση των δοντιών και οδηγούν σε μεγαλύτερη πιθανότητα απώλειας αυτών είναι η ηλικία, ο διαβήτης, οι

κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες και η επιθετική περιοδοντίτιδα.<sup>13</sup>

Σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες καταδεικνύεται ότι ακρογωνιαίος λίθος για την επιτυχία των προσθετικών αποκαταστάσεων είναι η μακροχρόνια συνεργασία με την Περιοδοντολογία για τη διατήρηση το θεραπευτικού αποτελέσματος.

Μια άλλη διάσταση στη συνεργασία αυτών των ειδικοτήτων είναι να χρησιμοποιηθούν ακίνητες αποκαταστάσεις ως κομμάτι της περιοδοντικής θεραπείας προσφέροντας σταθερότητα σε δόντια με κινητικότητα, αυξάνοντας έτσι και την παραμονή τους στον φραγμό. Η έρευνα των Fardal et al. έδειξε ότι μετά από 10 χρόνια παρακολούθησης το 98% των γεφυρών που τοποθετήθηκαν σε ασθενείς με μειωμένη περιοδοντική στήριξη παρέμεναν λειτουργικές.<sup>1</sup>

Μερικές φορές ο προσθετολόγος θα κληθεί να αποκαταστήσει περιοδοντικά δόντια με προσβολή στο σημείο συμβολής των ριζών. Ο σχεδιασμός τόσο της παρασκευής του δοντιού όσο και της αποκατάστασης πρέπει να τροποποιηθεί έτσι ώστε η αποκατάσταση να προσομοιάζει τις καμπυλότητες και τις αυλακώσεις που έχει το σημείο συμβολής των ριζών (**Εικόνα 3**). Γενικά η συμβολή των ριζών στους άνω γομφίους αποκαλύπτεται πιο σπάνια σε σχέση με τους κάτω γομφίους.<sup>15</sup>

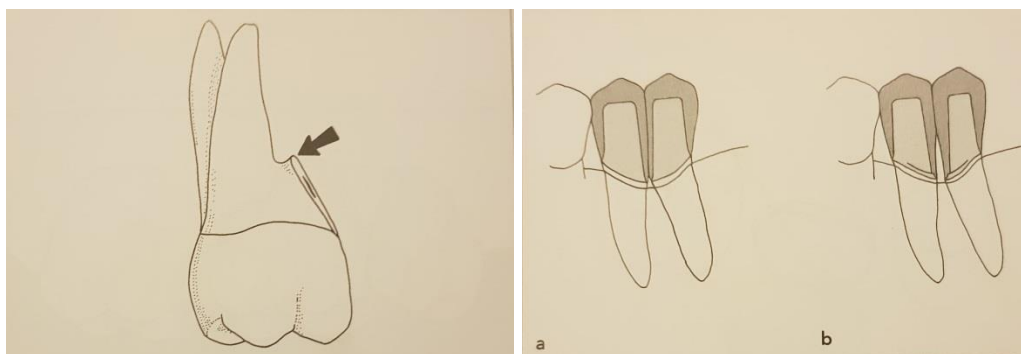


**Εικόνα 3.** Παρασκευές δοντιών σε δόντια με προσβολή του σημείου συμβολής<sup>15</sup>

## Χειρουργικές περιοδοντικές επεμβάσεις για προσθετικούς σκοπούς

Οι χειρουργικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται σε περιοδοντικά δόντια για βελτίωση της πρόγνωσης τους ώστε να χρησιμοποιηθούν στην προσθετική αφορά τόσο τους μαλακούς ιστούς όσο και τους σκληρούς. Οι ουλεκτομές αποτελούν χειρουργείο

στους μαλακούς ιστούς και χρησιμοποιούνται ώστε να εξαλειφθούν κάποιοι θύλακοι καθώς και τα υπερπλαστικά ούλα. Από την άλλη, μία θεραπευτική προσέγγιση που πραγματοποιείται σε περιπτώσεις εμπλοκής της συμβολής των ριζών είναι η ριζεκτομή ή διχοτόμηση του δοντιού με προγομφοποίηση (**Εικόνα 4**).<sup>15</sup>



**Εικόνα 4:** Αριστερά: ριζεκτομή. Δεξιά: διχοτόμηση με προγομφοποίηση<sup>15</sup>

Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται συνεργασία προσθετολόγου, περιοδοντολόγου και ενδοδοντολόγου. Τα ποσοστά επιβίωσης αυτής της τεχνικής ποικίλουν μεταξύ των διαφόρων ερευνών.<sup>16</sup> Οι Hyunh-Ba et al αναφέρουν

επιτυχία 62-100% σε παρακολούθηση 5-13 χρόνια.<sup>17</sup> Πιο συγκεκριμένα από την βιβλιογραφική τους ανασκόπηση προκύπτουν τα ποσοστά επιβίωσης του **Πίνακα 1**.

Έρευνα	Επιβίωση (%)	Έτη	Αιτία αποτυχίας
Bergenholtz et al	85	5-10	
Hamp et al	100	5	
Langer et al	62	5έτη → 15,8% 15-17 έτη → 55,3%	Κάταγμα (47,4%) Περιοδοντικοί λόγοι (26,3%) Ενδοδοντικοί λόγοι (18,4%) Τερηδόνα (7,9%)



Buhler et al	67,9	10	Ενδοδοντικοί λόγοι (33,3%) Περιο-ενδοδοντικοί λόγοι (22,2%) Περιοδοντικοί λόγοι (22,2%) Κάταγμα ρίζας (11,1%) Τερηδόνα(11,1%)
Carnevale et al	62,4 37,6	2-6 7-11	

**Πίνακας 1:** Ποσοστά επιβίωσης ριζεκτομών

## ΕΝΔΟΔΟΝΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ

Η αποκατάσταση δοντιών που έχουν υποστεί ενδοδοντική θεραπεία (Ε.Θ.) είναι απαραίτητη. Ωστόσο, δεν υπάρχει ομοφωνία όσον αφορά την επιλογή της αποκατάστασης. Τα δόντια αυτά λόγω τερηδόνας, τραύματος και προηγούμενων αποκαταστάσεων, συνήθως παρουσιάζουν εκτεταμένη απώλεια οδοντικής ουσίας και κατ' επέκταση αποδυναμωμένα τοιχώματα μύλης και ρίζας. Για αυτό το λόγο πρέπει να αποκατασταθούν κατάλληλα, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος κατάγματος της ρίζας του δοντιού και η μετέπειτα εξαγωγή τους. Για την μακροπρόθεσμη επιτυχία της ενδοδοντικής θεραπείας ενός δοντιού, απαραίτητη είναι η άριστη ποιότητας μυλική αποκατάσταση, η οποία θα αποτρέψει την διείσδυση μικροβίων και γενικότερα εξωτερικών παραγόντων στο εσωτερικό του μυλικού θαλάμου και των ριζικών σωλήνων.<sup>18</sup> Δόντια που έχουν υποστεί ενδοδοντική θεραπεία, παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο κατάγματος από δόντια με ζωντανό πολφό. Τα δόντια αυτά λόγω επεξεργασίας των ριζικών σωλήνων με διάφορα υλικά και εργαλεία, εμφανίζουν μεταβολές στις φυσικές ιδιότητες της οδοντίνης, την μικροσκληρότητά της, το μέτρο ελαστικότητας καθώς και απώλεια της ιδιοδεκτικότητας.<sup>19</sup>

## Η σημασία της μυλικής απόφραξης

Σε εργαστηριακές μελέτες έχει αποδειχθεί ότι μικρόβια μπορούν να φθάσουν στο ακρορρίζιο ενός ενδοδοντικά θεραπευμένου δοντιού (Ε.Θ.Δ) μέσα σε λίγες μέρες και οι ενδοτοξίνες τους ακόμη πιο γρήγορα.<sup>20</sup> Πρέπει λοιπόν να εκτιμηθεί η κατάσταση της υπάρχουσας αποκατάστασης. Σε δόντια στα οποία παρατηρήθηκε πρόβλημα στον πολφό αμέσως μετά την τοποθέτηση στεφάνης ή γέφυρας, η νέκρωση του πολφού τους οφείλεται στην παρασκευή που προηγήθηκε. Εάν εμφανιστεί πρόβλημα όχι άμεσα, αλλά γενικά σε κάποια χρονική στιγμή μετά την αποκατάσταση, τότε οφείλεται συνήθως σε μικροδιείσδυση των μικροβίων εντός του ριζικού σωλήνα.<sup>21</sup> Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί να γίνει Ε.Θ διαμέσου μιας στεφάνης, η οποία όμως μπορεί να εμποδίσει τον θεράποντα, καθώς το οπτικό πεδίο δεν είναι το κατάλληλο και υπάρχει κίνδυνος αποπροσανατολισμού. Εύκολα λοιπόν μπορεί να οδηγηθεί ο οδοντίατρος στη διάπραξη ιατρογενών συμβαμάτων και στην υπερβολική αφαίρεση οδοντίνης.<sup>18</sup>

Γενικά κυριαρχεί η άποψη ότι αν ένα δόντι δεν μπορεί να αποκατασταθεί, καλό είναι να εξαχθεί. Εάν ένα δόντι μπορεί να αποκατασταθεί, τότε σωστό είναι να γίνει η Ε.Θ. το συντομότερο δυνατό, για να μην αναπτύξουν μεγάλη αντοχή τα μικρόβια.<sup>22</sup>

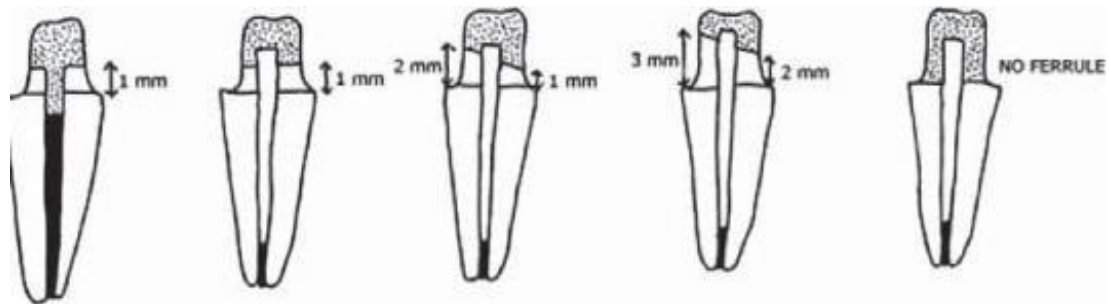
Η αποκατάσταση ενός Ε.Θ.Δ εξαρτάται από το ύψος και το πάχος της εναπομένουσας οδοντίνης μετά την παρασκευή του. Η ζώνη οδοντινικής στήριξης (ferrule effect) αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την τοποθέτηση άξονα και για να συγκολληθεί η μυλική αποκατάσταση με καλή απόφραξη στο όριο του κλινικού αυχένα, ο οποίος αποτελεί το πιο ευαίσθητο σημείο ως προς την συγκόλληση υλικών ή αποκαταστάσεων, λόγω της ανατομίας του.<sup>23,24</sup>

Οι Eissmann και Radke έχουν προτείνει ζώνη οδοντίνης ύψους τουλάχιστον 2mm στο όριο ρίζας-μύλης ώστε να

αποφευχθεί πιθανό κάταγμα ρίζας. Οι Libman και Nicholls έκαναν σύγκριση μεταξύ διαφορετικών υψών (0.5, 1.0, 1.5, και 2.0mm) και διαπίστωσαν ότι η ύπαρξη τουλάχιστον 1,5mm ύψους ζώνης οδοντίνης απαιτείται για την ασφαλή απόφραξη.

Επιπλέον, το πάχος του ferrule effect πρέπει να είναι τουλάχιστον 1mm (**Εικόνα 5**).

Εάν δεν υπάρχει ζώνη οδοντινικής στήριξης είναι αναγκαία να δημιουργηθεί, είτε με ορθοδοντική ανατολή είτε με χειρουργική επιμήκυνση της μύλης, ώστε τελικά να τοποθετηθεί ένας άξονας.<sup>23,24,25</sup>



**Εικόνα 5.** Σχηματική απεικόνιση της ζώνης οδοντινικής στήριξης (ferrule effect)<sup>25</sup>

### Η χρήση αξόνων σε ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια

Η χρήση ενός άξονα στα Ε.Θ.Δ. εξαρτάται από την εναπομένουσα οδοντική ουσία του δοντιού, καθώς και από τον τύπο της μυλικής αποκατάστασης που θα χρησιμοποιηθεί. Ειδικότερα, η τοποθέτηση ενός άξονα σχετίζεται με το ποσοστό οδοντικής ουσίας που παραμένει μετά την αφαίρεση της τερηδόνας και την ολοκλήρωση της ενδοδοντικής θεραπείας, ώστε να γίνει η παρασκευή του δοντιού και η συγκράτηση της στεφάνης.<sup>26</sup>

Μελέτες έχουν δείξει ότι πρόσθια δόντια της άνω γνάθου με μικρή απώλεια οδοντικής ουσίας δεν απαιτούν άξονα. Εάν όμως μετά από ενδοδοντική θεραπεία τα δόντια αυτά, λόγω εκτεταμένης απώλειας οδοντικής ουσίας, παρασκευαστούν για να δεχτούν μια στεφάνη, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί άξονας.

### Ο τύπος της ακίνητης προσθετικής αποκατάστασης σε ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια

Ο τύπος της αποκατάστασης ενός Ε.Θ.Δ εξαρτάται από το ποσοστό της εναπομένουσας οδοντικής ουσίας καθώς και από την θέση του δοντιού στο φραγμό και την λειτουργική αποστολή του.

Τα πρόσθια δόντια έχουν μικρότερες πιθανότητες εμφάνισης κατάγματος από ό,τι τα οπίσθια δόντια, όμως έχουν αυξημένες αισθητικές απαιτήσεις. Οι αποκαταστάσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

1. Ολοκεραμικές όψεις και όψεις σύνθετης ρητίνης. Καλύπτουν την προστομιακή επιφάνεια και επεκτείνονται στο κοπτικό χείλος και τις όμορες επαφές. Όμως χρησιμοποιούνται σπάνια για την αποκατάσταση Ε.Θ.Δ με άξονα, καθώς καθιστούν δύσκολη την άμεση πρόσβαση στην κοιλότητα και συχνά λόγω έλλειψης μεγάλου ποσοστού οδοντικής ουσίας δεν είναι εφικτή η συγκόλληση.

2. Μεταλλοκεραμική στεφάνη. Προστομιακά πρέπει να αφαιρεθούν περίπου 1.8-2mm, ωστόσο η αποκοπή αυτή μπορεί να οδηγήσει σε αποδυνάμωση της υποκείμενης οδοντικής ουσίας.

3. Ολοκεραμική στεφάνη. Προσφέρουν στον ασθενή ένα εξαιρετικό αισθητικό αποτέλεσμα, με μειωμένη αφαίρεση υγιούς οδοντικής ουσίας σε σχέση με την παρασκευή του δοντιού για την τοποθέτηση μεταλλοκεραμικής στεφάνης. Κάποιες ολοκεραμικές στεφάνες απαιτούν την αποκοπή μόνο 1,5mm της προστομιακής επιφάνειας, όπως είναι οι IPS eMax στεφάνες. Η προετοιμασία του δοντιού πρέπει να είναι ακριβής, με αποστρωγγυλεμένες εσωτερικές

γωνίες ώστε να μην συγκεντρώνονται τάσεις κάτω από την στεφάνη, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μικρορωγμές και κατάγματα (**Εικόνες 6, 7, 8, 9**). Τα οπίσθια δόντια δέχονται πολύ μεγαλύτερο φορτίο κατά τη μάσηση και έχουν αυξημένες πιθανότητες θραύσης.

4. Επένθετα και στεφάνες από σύνθετη ρητίνη και ολοκεραμικά. Οι εσωτερικές γωνίες οφείλουν να είναι αποστρωγγυλεμένες και τα τοιχώματα θα πρέπει να παρασκευαστούν τουλάχιστον 1.5mm. Πάνω από την γουταπέρκα θα πρέπει να προστεθεί ένα στρώμα υαλοϊνομερούς ή ρητινώδους κονίας ώστε να γίνει μία αρχική ανασύσταση που θα διευκολύνει την παρασκευή του δοντιού. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν αυξημένες αισθητικές απαιτήσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ολοκεραμικές στεφάνες στην οπίσθια περιοχή, π.χ. σε προγομφίους που φαίνονται στην αισθητική ζώνη.

5. Μεταλλοκεραμική στεφάνη. Οι μεταλλοκεραμικές στεφάνες είναι οι πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενες στεφάνες για την αποκατάσταση ενδοδοντικά θεραπευμένων οπισθίων δοντιών. Έχουν το μειονέκτημα ότι πρέπει να αφαιρεθεί μεγάλο ποσοστό οδοντικής ουσίας, ώστε να δημιουργηθεί ο απαιτούμενος χώρος για την τοποθέτηση της στεφάνης. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως στηρίγματα γεφυρών.<sup>27,28</sup>



**Εικόνα 6.** Οπισθοφατνιακή ακτινογραφία των 24,25,26 πριν την ενδοδοντική θεραπεία<sup>28</sup>



**Εικόνα 7.** Παρασκευές στα 24,25,26 για την τοποθέτηση ολοκεραμικής στεφάνης (IPS eMax)<sup>28</sup>



**Εικόνα 8:** Ολοκεραμικές στεφάνες στο εκμαγείο εργασίας και συγκολλημένες στο στόμα του ασθενούς<sup>28</sup>



**Εικόνα 9.** Ένας χρόνος μετά την ενδοδοντική θεραπεία, την τοποθέτηση ενδορριζικού άξονα και την αποκατάσταση με ολοκεραμικές στεφάνες (IPS eMax)<sup>28</sup>

## **ΚΙΝΗΤΗ ΚΑΙ ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ**

### **Ορισμός και χρήση των συνδέσμων ακριβείας**

Οι σύνδεσμοι ακριβείας είναι μηχανικές μικροκατασκευές που χρησιμοποιούνται

για την στερέωση και σταθεροποίηση μιας προσθετικής αποκατάστασης, πιο συγκεκριμένα επιτυγχάνεται η ακριβής σύνδεση μιας κινητής και μιας ακίνητης προσθετικής εργασίας και μέσω αυτής με τα υπάρχοντα φυσικά δόντια.

Όσον αφορά την χρήση τους στην οδοντιατρική, οι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική λύση των άγκιστρων σε θεραπεία με μερικές κινητές οδοντοστοιχίες, τόσο για τον αισθητικό όσο και για τον λειτουργικό σκοπό. Η εφαρμογή τους δεν περιορίζεται μόνο στις κινητές μερικές οδοντοστοιχίες, αλλά έχει ευρύτερη χρήση σε ακίνητες γέφυρες, επένθετες οδοντοστοιχίες και σε επιμφυτευματικές υποστηρικτικές οδοντοστοιχίες.<sup>29,30,31</sup>

### Ταξινόμηση των συνδέσμων ακριβείας

Εκατοντάδες σύνδεσμοι είναι διαθέσιμοι στο εμπόριο και σημαντικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ τους. Έχουν κατηγοριοποιηθεί ως ακριβείας και ημιακριβείας ανάλογα την μέθοδο κατασκευής, ενδομυλικοί και εξωμυλικοί ανάλογα με την θέση τους σε σχέση με το δόντι στήριγμα, ανένδοτοι και ενδοτικοί, καθοριζόμενο από την επιτρεπόμενη κινητικότητα μεταξύ εξαρτημάτων, επίσης ως αγκυρώματα και δοκοί ανάλογα με το σχέδιο.

- Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης διακρίνονται σε:

α) Ανένδοτους: Η σύνδεση μεταξύ κινητής προσθετικής εργασίας και δοντιού είναι ανένδοτη δηλαδή οι βάσεις των μερικών οδοντοστοιχιών δεν μπορούν να πραγματοποιούν καμία ανεξάρτητη κίνηση από τα δόντια στηρίγματα.

β) Ενδοτικούς: Η σύνδεση είναι ενδοτική δηλαδή οι βάσεις της μερικής

οδοντοστοιχίας πραγματοποιούν σε ορισμένο βαθμό κάποιες κινήσεις ανεξάρτητα από τα δόντια στηρίγματα.

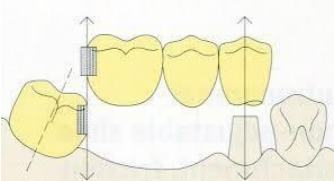


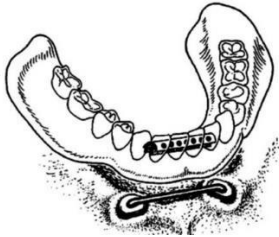
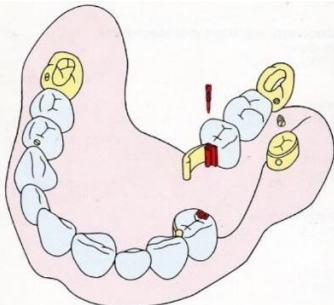
- Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται σε:

α) Ακριβείας: (Προκατασκευασμένοι σύνδεσμοι), όπου ένας σύνδεσμος αποτελείται από έναν μεταλλικό υποδοχέα (βασικό μέρος) και ένα στενότερο μέρος (κινητό μέρος). Το βασικό μέρος συνήθως περιέχεται μέσα σε κανονικά η εκτεταμένα περιγράμματα της στεφάνης του δοντιού στηρίγματος και το κινητό μέρος που συνδέεται με ένα γεφύρωμα ή στον μεταλλικό σκελετό της κινητής μερικής οδοντοστοιχίας. Είναι μια συσκευή κλειδώματος όπου το ένα εξάρτημα είναι σταθερό στο στήριγμα και το άλλο είναι ενσωματωμένο στην κινητή μερική οδοντοστοιχία για να την σταθεροποιεί.

β) Ημιακριβείας: Εργαστηριακά κατασκευασμένη άκαμπτη μεταλλική προέκταση σταθερής ή κινητής πρόσθεσης που ταιριάζει με μια υποδοχή σε χυτή αποκατάσταση, επιτρέποντας την κίνηση μεταξύ των εξαρτημάτων. Οι σύνδεσμοι ημιακριβείας μπορεί να είναι είτε κατασκευασμένα σχέδια (από πλαστικό, νάιλον, κερι) είτε κερωμένα στο χέρι.<sup>29,30,31,33</sup>

- Η ταξινόμηση με βάση το σχήμα, τον σχεδιασμό και στην κύρια χρήση του συνδέσμου σύμφωνα με τους Priskel και Mensor φαίνεται στον **Πίνακα 2**



ΜΥΛΙΚΟΙ	ΡΙΖΙΚΟΙ	ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΙ
<p><u>Ενδομυλικοί (intracoronal attachments):</u> Η συναρμογή των δύο μερών γίνεται μέσα στο περίγραμμα της μύλης των δοντιών στηριγμάτων, επί των οποίων ενσωματώνονται.</p>  <p><u>Εξωμυλικοί (extracoronal attachments):</u> Ο μηχανισμός, ολόκληρος ή μέρος του, βρίσκεται έξω από το περίγραμμα της μύλης του δοντιού στηρίγματος</p> 	<p><u>Τηλεσκοπικά κουμπία (stud attachments):</u> Συνήθως κυλινδρικού σχήματος οι οποίοι τοποθετούνται επάνω σε θεραπευμένες ρίζες.</p>  <p><u>Δοκοί (bars):</u> Με σχήμα δοκού, διαφόρου διατομής κατά περίπτωση.</p> 	<p><u>Βοηθητικοί (auxiliary attachments):</u> Συnergάζονται με τους συνδέσμους των προηγούμενων κατηγοριών με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τη χρησιμοποίηση κοχλίων, ελατηρίων και κλείθρων για ενίσχυση της συγκράτησης.</p> 

**Πίνακας 2.** Ταξινόμηση συνδέσμων ακριβείας με βάση το σχήμα, τον σχεδιασμό και την κύρια χρήση

### Τα πλεονεκτήματα των συνδέσμων ακριβείας

1. Βελτιώνουν την αισθητική και είναι γενικότερα πιο αποδεκτά από τον ασθενή (**Εικόνα 10**).
2. Σε σύγκριση με τα κοινά άγκιστρα μιας μερικής οδοντοστοιχίας δίνουν καλύτερη συγκράτηση και σταθερότητα, είναι λιγότερο επιρρεπή σε κατάγματα και καταλαμβάνουν πολύ λιγότερο όγκο.

3. Κατά την εφαρμογή και την αφαίρεση εξαλείφονται οι πλευρικές δυνάμεις στο στήριγμα ενώ περισσότερες αξονικές δυνάμεις επιτυγχάνονται κατά την λειτουργία.
4. Είναι λιγότερο επιβαρυντικοί στα δόντια στηρίγματα σε σχέση με τα κοινά άγκιστρα.



**Εικόνα 10.** Σύνδεσμοι ακριβείας. Βελτιωμένη αισθητική<sup>32</sup>

## Τα μειονεκτήματα των συνδέσμων ακριβείας

1. Έχουν αυξημένο κόστος.
2. Η εκτεταμένη ναρθηκοποίηση δοντιών, που οδηγεί σε εκτεταμένο τρόχισμα υγιών δοντιών.
3. Απαιτείται υψηλή εμπειρογνωμοσύνη από πλευράς οδοντιατρικής.
4. Απαιτείται καλή στοματική υγιεινή.

## Αντενδείξεις των συνδέσμων ακριβείας

1. Σε ηλικιωμένα άτομα, άτομα με διανοητικά προβλήματα, με αναπηρίες ή γενικότερα κινησιολογικά προβλήματα.
2. Σε ασθενείς με σοβαρή περιοδοντίτιδα.
3. Σε ασθενείς με πολυτερηδονισμό
4. Η χρήση τους θα πρέπει να αποφεύγεται σε περιπτώσεις όπου ο

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δημήτριος Π. Ανδρισάκης, Οδοντιατρικές Εκδόσεις Σπύρος Ζαχαρόπουλος. Ακίνητη Επανορθωτική Οδοντιατρική: Αθήνα, 2016.
2. Reeves J. Periodontal health-challenges in restorative dentistry. *Prim Dent J* (2014) 3(2): 73-6.
3. Shenoy A, Shenoy N, Babannavar R. Periodontal considerations determining the design and location of margins in restorative dentistry. *Journal of Interdisciplinary Dentistry* (2012) 2(1): 3-10.
4. Nugala B, Kumar BS, Sahitya S, Krishna PM. Biologic width and its importance in periodontal and restorative dentistry. *J Conserv Dent* (2012) 15(1):12-17.
5. Rosenstiel, Land, Fujimoto, Οδοντιατρικές Εκδόσεις Μπουνισέλ. Σύγχρονη Ακίνητη Προσθετική: Αθήνα, 2012.
6. Kosyfaki P, Del Pilar Pinilla Martin M, Strub JR. Relationship between crowns and the periodontium: A literature update. *Quintessence International* (2010) 41(2).
7. Ferrari M et al. Influence of cervical margin relocation (CMR) on periodontal health:

χώρος μεταξύ φατνιακής ακρολοφίας και ανταγωνιστών δοντιών είναι περιορισμένος.<sup>29,32</sup>

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την λεπτομερή έρευνα της βιβλιογραφίας γίνεται αντιληπτό ότι η σύγχρονη οδοντιατρική επιτάσσει την συνεργασία της προσθετικής με τους υπόλοιπους κλάδους. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορούν να επιτευχθούν τα μέγιστα θεραπευτικά αποτελέσματα προς όφελος του ασθενούς. Η κλινική πρακτική μετατοπίζεται σιγά σιγά από τον οδοντίατρο- αυθεντία προς τις οδοντιατρικές ομάδες αποτελούμενες από όλες τις ειδικότητες. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται άριστη ποιότητα αποκαταστάσεων και ελαχιστοποιούνται τα συμβάματα

12-month results of a controlled trial. *Journal of dentistry* (2018) 69: 70-76.

8. Cabanilla LLL, Neely AL, Hernandez F. The relationship between periodontal diagnosis and prognosis and the survival of prosthodontic abutments: A retrospective study. *Quintessence International* (2009) 40(10).
9. Graetz Christian et al. Prosthetic rehabilitation of patients with history of moderate to severe periodontitis: a long-term evaluation. *Journal of clinical periodontology* (2013) 40(8): 799-806.
10. Di Febo Gianfranco et al. Fixed prosthodontic treatment outcomes in the long-term management of patients with periodontal disease: a 20year follow-up report. *International Journal of Prosthodontics* (2015) 28(3): 246-251.
11. Heschl A et al. Maxillary rehabilitation of periodontally compromised patients with extensive one-piece fixed prostheses supported by natural teeth: a retrospective longitudinal study. *Clinical oral investigations* (2013) 17(1): 45-53.
12. Ikai H et al. A retrospective study of fixed dental prostheses without regular maintenance. *Journal of prosthodontic research* (2010) 54(4): 173-178.

13. Muller S et al. Long-term tooth loss in periodontally compromised but treated patients according to the type of prosthodontic treatment. A retrospective study. *Journal of oral rehabilitation* (2013) 40(5): 358-367.
14. Fardal Ø, Linden GJ. Long-term outcomes for cross-arch stabilizing bridges in periodontal maintenance patients—a retrospective study. *Journal of clinical periodontology* (2010) 37(3): 299-304.
15. Herbert T Shillingburg, ed. Quintessence Publishing Co. Fundamentals of Fixed Prosthodontics: USA, 4<sup>th</sup> edition, 2012.
16. Mostafavi Azam Sadat, Falahchal Seyed Mehran. Prosthetic rehabilitation of a mandibular root amputated molar using single crown. *Journal of Indian Prosthodontic Society* (2017) 17(4): 412-416.
17. Huynh-Ba Guy et al. The effect of periodontal therapy on the survival rate and incidence of complications of multirooted teeth with furcation involvement after an observation period of at least 5 years: a systematic review. *Journal of clinical periodontology* (2009) 36(2): 164-176.
18. Nadim Z Baba, Charles J Goodacre. Key principles that enhance success when restoring endodontically treated teeth. *Roots* (2011) 7: 30-35.
19. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *International endodontic journal* (2011) 44(7): 583-609.
20. Alves AMH et al. Bacterial penetration into filled root canals exposed to different pressures and to the oral environment—in vivo analysis. *Clinical oral investigations* (2018) 22(3): 1157-1165.
21. Sundqvist G, Figdor D. Life as an endodontic pathogen: Ecological differences between the untreated and root-filled root canals. *Endodontic Topics* (2003) 6(1): 3-28.
22. Tronstad L, Sunde PT. The evolving new understanding of endodontic infections. *Endodontic Topics* (2003) 6(1): 57-77.
23. Jotkowitz A, Samet N. Rethinking ferrule—a new approach to an old dilemma. *British dental journal* (2010) 209(1): 25-33.
24. Naumann M et al. "Ferrule comes first. Post is second!" Fake news and alternative facts? A systematic review. *Journal of endodontics* (2018) 44(2): 212-219.
25. Sherfudhin H et al. Effect of different ferrule designs on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with fiber posts and all-ceramic crowns. *Journal of Applied Oral Science* (2011) 19(1): 28-33.
26. Dangra Z, Gandhewar M. All about Dowels-A Review Part I. Considerations before Cementation. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* (2017) 11(8): ZG06.
27. Protogerou E, Chronopoulos V, Gousias H, Kourtis S. Restoration of endodontically treated teeth with prefabricated posts. *Odontostomatological Progress* (2009) 63(2): 314-325.
28. Mannocci F, Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *British dental journal* (2014) 216(6): 341-346.
29. Angadi PB et al. Precision attachments; applications and limitations. *J Evol Med Dent Sci* (2012) 1(6): 1113-1121.
30. Khanam HM Khuthija et al. Attachments in prosthodontics: different systems of classification: a review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* (2014) 3(28): 7937-7945.
31. Patel H et al. Use of precision attachment and cast partial denture for long-span partially edentulous mouth-A case report. *Int J Appl Dent Sci* (2014) 1: 22-5.
32. Reeta Jain, Swati Aggarwal. Precision attachments- An overview. *Annals of Prosthodontics & Restorative Dentistry* (2017) 3(1): 6-9.
33. Khare A, Makkar S, Roshna T. Full Mouth Rehabilitation with Fixed and Removal Prosthesis using Extracoronary Attachments: A Clinical Report. *People's Journal of Scientific Research* (2011) 4(2).

# ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΟΔΟΝΤΙΚΑ ΘΕΡΑΠΕΥΜΕΝΩΝ ΔΟΝΤΙΩΝ

ΔΑΒΑΡΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ\*, ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΤΩΝΙΑ\*, ΤΖΑΝΑΒΑΡΗΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ\*, ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ\*, ΤΣΙΒΟΥΡΑΚΗ  
ΜΑΡΙΑ\*, ΤΣΙΛΙΜΙΔΟΥ ΑΝΔΡΙΑΝΗ\*

Έτος 2019-2020

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΣΚΟΠΟΣ:** Το άρθρο αυτό αναλύει τις μεθόδους αποκατάστασης προσθίων και οπισθίων ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών και καθοδηγεί τον οδοντίατρο στην επιλογή της καταλληλότερης, ανάλογα με την περίπτωση που καλείται κάθε φορά να αντιμετωπίσει.

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:** Η παρούσα εργασία αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για την οποία χρησιμοποιήθηκαν άρθρα από τις μηχανές αναζήτησης Βιβλιοθήκη και Κέντρο Πληροφόρησης Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (BKΠ ΕΚΠΑ) και PubMed, καθώς και πηγές από συγγράμματα.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Σε περίπτωση ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών με απώλεια οδοντικής ουσίας μικρότερη από 50%, και πιο συγκεκριμένα σε οπίσθια δόντια με εναπομείναντα 4 ή 3 τοιχώματα πάχους μεγαλύτερου από 2 χιλιοστά, ενδείκνυνται άμεσες αποκαταστάσεις από σύνθετη ρητίνη. Σε μεγαλύτερη απώλεια οδοντικών ιστών, συντηρητικές αλλά έμμεσες αποκαταστάσεις για τα οπίσθια δόντια αποτελούν τα επένθετα και τα endocrowns, οι οποίες απαιτούν μικρή παρασκευή κοιλότητας και έχουν υψηλά ποσοστά επιτυχίας. Όταν όμως η εναπομένουσα οδοντική ουσία είναι λιγότερο από 50% τότε επιλέγεται η τοποθέτηση άξονα και η μυλική αποκατάσταση με στεφάνη. Με αυτόν τον τρόπο τα ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως στηρίγματα σε γέφυρες.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:** Η επιλογή του κατάλληλου τύπου αποκατάστασης, προκειμένου να οδηγήσει σε επιτυχία, πρέπει να βασίζεται στην εξατομίκευση ανάλογα με το περιστατικό και στην εφαρμογή όσο το δυνατόν πιο συντηρητικών μεθόδων.

**ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ:** αποκατάσταση ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών, άμεσες/ έμμεσες αποκαταστάσεις, αισθητική, άξονες, στεφάνες  
\*Φοιτητές της Οδοντιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ

## ABSTRACT

**AIM:** The present article seeks to review the restorative methods for anterior and posterior endodontically treated teeth, as well as to assist dentists in deciding the most appropriate for each case therapy.

**REVIEW METHOD:** The online databases "Library and Information Center of the National and Kapodistrian University of Athens" (LIC NKUA) and "PubMed" were used to compile the 53 articles and books presented in this literature review.

**RESULTS:** When the residual dental tissues are less than 50%, particularly in posterior teeth with 3 or 4 residual walls whose width is greater than 2 mm, direct composite resin restorations are suitable. In greater loss of dental tissue, onlays and endocrowns, which require minimal preparation and have a higher success rate, are preferable. When the remaining dental tissues are less than 50%, post placement and coronal restoration using crowns are suggested. In that form, endodontically treated teeth can also be used as abutments for fixed restorations.

**CONCLUSION:** To decide on which endodontic therapy will be the most successful, dentists must ensure that the restorative method is as minimally invasive as possible and suitable for each case's unique characteristics.

**KEY WORDS:** endodontically treated teeth, direct/ indirect restorations, aesthetic, post, crowns



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενδοδοντική θεραπεία δεν θεωρείται ολοκληρωμένη χωρίς την οριστική αποκατάσταση της μύλης. Ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια που παραμένουν με προσωρινή αποκατάσταση για μεγάλο χρονικό διάστημα, κινδυνεύουν από κάταγμα, αλλά και μικροδεδύση μικροβίων στο ριζικό σωλήνα, που οδηγούν στην αποτυχία της ενδοδοντικής θεραπείας. Για αυτό το λόγο η τελική αποκατάσταση των δοντιών θα πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατόν μετά το πέρας της θεραπείας και εφόσον έχει εξασφαλιστεί η επιτυχία της. Σύμφωνα με έρευνες η αποτυχία της ενδοδοντικής θεραπείας οφείλεται μόνο κατά 8,6% στην θεραπεία των ριζικών σωλήνων και κατά 59,4% στην ποιότητα της προσθετικής αποκατάστασης<sup>1</sup>. Είναι λοιπόν φανερό η σημασία της εφαρμογής κατάλληλης μυλικής αποκατάστασης για τη μακροπρόθεσμη επιβίωση των δοντιών. Για την επιλογή του υλικού και της τεχνικής αποκατάστασης πρέπει να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα: α) θα εφαρμοστεί έμμεση ή άμεση αποκατάσταση, β) αν χρησιμοποιηθεί έμμεση αποκατάσταση θα είναι ολικής ή μερικής κάλυψης, γ) χρειάζεται να τοποθετηθεί ενδορριζικός άξονας, και αν ναι ποιο είδος<sup>2</sup>. Για να δώσει απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα ο κλινικός θα πρέπει να αξιολογήσει τους εξής παράγοντες: α) την ποσότητα της οδοντικής ουσίας που παραμένει, β) την θέση του δοντιού στο οδοντικό τόξο και τη σχέση του με τα όμορα δόντια, γ) τη σύγκλιση του ασθενούς, δ) τις λειτουργικές ανάγκες που εξυπηρετεί το θεραπευμένο δόντι (π.χ. στήριγμα γέφυρας), ε) τη μορφολογία των ριζών και των ριζικών σωλήνων (μήκος, εύρος, κάμψη), στ) τη στοματική υγιεινή και τον τερηδονικό κίνδυνο του ασθενούς<sup>2</sup>.

## ΜΕΘΟΔΟΙ – ΥΛΙΚΑ

Για το σκοπό αυτής της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 53 βιβλιογραφικές πηγές που αφορούν σε άρθρα από τις μηχανές αναζήτησης Βιβλιοθήκη Και Κέντρο Πληροφόρησης Εθνικού Και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΒΚΠ ΕΚΠΑ) και pubmed, καθώς και σε συγγράμματα.

## ΑΜΕΣΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Τα ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια έχουν συχνά μεγάλη απώλεια οδοντικής ουσίας λόγω τερηδόνας, προηγούμενων εμφράξεων, μυλικών καταγμάτων, καθώς και της ίδιας της ενδοδοντικής θεραπείας<sup>3,4</sup>. Έχει αποδειχθεί θετική συσχέτιση της εναπομένουσας οδοντίνης και της θέσης αυτής, με την αντοχή στη θραύση ενός ενδοδοντικά θεραπευμένου δοντιού<sup>5</sup>. Μάλιστα, η αφαίρεση της μίας ή και των δύο όμορων ακρολοφιών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής/ακαμψίας κατά 46% και 63% αντίστοιχα<sup>6</sup>.

Η επιλογή της μεθόδου αποκατάστασης βασίζεται στη μορφολογία της κοιλότητας, τον αριθμό και το πάχος των εναπομεινάντων τοιχωμάτων<sup>3,7,8</sup>.

Στις περιπτώσεις ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών χωρίς μεγάλη απώλεια οδοντικής ουσίας, δηλαδή οπίσθια δόντια με 4 ή 3 εναπομεινάντα τοιχώματα, πάχους τουλάχιστον 2 mm και πρόσθια δόντια όπου η απώλεια των οδοντικών ιστών είναι μικρότερη από 50%, καθώς και όταν περιφερικά της βλάβης υπάρχει αδαμαντίνη και τα όρια είναι υπερούλικά, ενδείκνυται μια άμεση αποκατάσταση με σύνθετη ρητίνη<sup>2,9</sup>. Η αποκατάσταση αυτή μπορεί να παρέχει επαρκή αντοχή στη θραύση από τις μασητικές δυνάμεις, εξαιτίας της συγκολλητικής της ικανότητας με τα

τοιχώματα της κοιλότητας και καλό αισθητικό αποτέλεσμα στην πρόσθια ζώνη<sup>2,4,9</sup>.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με έρευνες, ενδοδοντικά θεραπευμένο πρόσθιο δόντι με κοιλότητες ομάδας III έχει παρόμοια αντοχή σε διάστημα 3 χρόνων, είτε αποκατασταθεί άμεσα με σύνθετη ρητίνη, είτε έμμεσα με στεφάνη<sup>10</sup>. Όμως, όταν η απώλεια οδοντικής ουσίας είναι κοντά στο 50% της μύλης ή ο μυλικός θάλαμος κρίνεται ανεπαρκής για τη συγκράτηση της αποκατάστασης, η τοποθέτηση άξονα είναι απαραίτητη για τη συγκράτηση της σύνθετης ρητίνης<sup>2</sup>.

### **ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΕΜΜΕΣΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Όταν έχουν παραμείνει 3 τοιχώματα ένα εκ των οποίων έχει πάχος μικρότερο από 2mm και ο ισθμός της κοιλότητας είναι μεγαλύτερος από τα 2/3 της διαφυματικής απόστασης ή από το 1/2 της παρειογλωσσικής διάστασης, τότε γίνεται επικάλυψη των φυμάτων ή πλήρης επικάλυψη του δοντιού<sup>2,9,11</sup>. Τα γενικά οφέλη από τη χρήση επένθετων σε σύγκριση με τις στεφάνες είναι η διατήρηση μεγαλύτερης ποσότητας υγιούς οδοντικής ουσίας (39% απώλεια οδοντικής ουσίας κατά την παρασκευή του επένθετου και 72,3-75,6% αντίστοιχα για μία στεφάνη), ο οπτικός έλεγχος του ορίου της αποκατάστασης, η επίτευξη καλής στοματικής υγιεινής και περιοδοντικής υγείας<sup>6,7,12</sup>.

Αρχικά, τα ένθετα απορρίπτονται ως θεραπευτική επιλογή<sup>13,14,15</sup>, καθώς η κάλυψη των φυμάτων καθίσταται απαραίτητη, ώστε να αυξηθεί σημαντικά η αντοχή τους στη θραύση<sup>4,11</sup>.

Έχει αποδειχθεί ότι ο τύπος και το πάχος της ταπείνωσης των φυμάτων επηρεάζουν την αντοχή στη θραύση και τον τύπο του κατάγματος. Η ανατομική ταπείνωση, δηλαδή η διατήρηση της μορφολογίας των φυμάτων, προσδίδει

μεγαλύτερη αντοχή στη θραύση και μεγαλύτερο ποσοστό αποκαταστήσιμων καταγμάτων σε σύγκριση με την οριζόντια ταπείνωση με ή χωρίς περιφερική λοξοτόμηση<sup>11</sup>. Το φύμα για να διατηρηθεί πρέπει να είναι 1,5-2 χιλ σε όλο του το ύψος<sup>2</sup> και η κάλυψη του ειδικά στα ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια είναι πέρα από μια συγκεκριμένη επέκταση της κοιλότητας και φτάνει στο “εξωτερικό” επικλινές επίπεδο του φύματος, είναι δηλαδή υπερένθετο<sup>2,16</sup>.

Σύμφωνα με έρευνες τα κεραμικά επένθετα προσφέρουν μεγαλύτερη αντοχή στη θραύση αλλά μεγαλύτερο ποσοστό μη αποκαταστήσιμων καταγμάτων, σε σύγκριση με τις έμμεσες αποκαταστάσεις σύνθετης ρητίνης<sup>17</sup>. Βέβαια, υπάρχουν κενά στις κλινικές ενδείξεις για την αιτιολόγηση της επιλογής των συνθέτων ρητινών σε σύγκριση με τα κεραμικά υλικά<sup>18</sup>. Συγκεκριμένα για τα κεραμικά υλικά, υαλοκεραμικά ενισχυμένα με λευκίτη δεν πρέπει να επιλέγονται<sup>16</sup>, καθώς σε περίπτωση θραύσης το κατάγμα είναι μη αποκαταστήσιμο<sup>7</sup>, ενώ το διπυρρητικό λίθιο και το ενισχυμένο με ζirkόνιο κεραμικό διπυρρητικού λιθίου έχουν παρόμοια αποτελέσματα<sup>16</sup>.

Τη διάρκεια παραμονής της έμμεσης αποκατάστασης επηρεάζουν και άλλοι παράγοντες, όπως το δόντι ανταγωνιστής, αν είναι δηλαδή άθικτο ή αποκατεστημένο και το στοματογεννητικό σύστημα του ασθενούς<sup>3,19</sup>. Συγκεκριμένα, ο βρυγμός αποτελεί αντένδειξη για τα επένθετα από κεραμικό υλικό<sup>19</sup>, καθώς τότε αναπτύσσονται δυνάμεις παρόμοιες με τις οριακές δυνάμεις θραύσης των επένθετων<sup>1</sup>. Εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις, τα επένθετα- υπερένθετα έχουν ποσοστό επιτυχίας από 74-100%<sup>20</sup>.

Μία εναλλακτική συντηρητική αποκατάσταση οπισθίων ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών είναι τα

Endocrowns. Ως "endocrown" ορίζεται μία στεφάνη που επεκτείνεται μέσα στον πολφικό θάλαμο ή στα στόμια του ριζικού σωλήνα ενός ενδοδοντικά επεξεργασμένου δοντιού προκειμένου να αποκαταστήσουν το μυλικό του τμήμα<sup>21</sup>.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις αποκαταστάσεις αυτές, μπορεί να είναι κεραμικά, κυρίως διπυριτικού λιθίου ή σύνθετες ρητίνες<sup>22</sup>. Από αυτά, προτιμάται η χρήση των σύνθετων ρητινών σε μυλικούς θαλάμους βάθους μέχρι 2,5mm, ενώ σε μεγαλύτερα βάρη (όπως 5mm) καθώς και σε έντονες πλάγιες φορτίσεις, επιλέγουμε τα κεραμικά διπυριτικού λιθίου<sup>23</sup>.

Το βασικό πλεονέκτημα αυτών των αποκαταστάσεων είναι η συντηρητική παρασκευή του δοντιού συγκριτικά με την κλασική μέθοδο του άξονα και της στεφάνης<sup>24</sup>. Μάλιστα, τα δόντια που αποκαθίστανται με endocrowns εμφανίζουν παρόμοια ποσοστά επιτυχίας (94-100%) με τις συμβατικές μεθόδους θεραπείας, ενώ κάτω από φυσιολογικές φορτίσεις εμφανίζουν μειωμένους κινδύνους αποκόλλησης και πρόκλησης καταγμάτων<sup>25</sup>. Επιπλέον, παρέχουν καλή λειτουργικότητα, συγκράτηση, αισθητική, ανθεκτικότητα, μακροβιότητα<sup>22,24</sup>, ενώ απαιτούν σύντομο χρόνο προετοιμασίας, μειωμένο χρόνο εργασίας και είναι πιο οικονομικά<sup>21</sup>.

Έρευνες έδειξαν ότι μεταξύ γομφίων και προγομφίων, οι τελευταίοι εμφάνισαν μεγαλύτερα ποσοστά αποτυχίας, κυρίως συγκολλητικού τύπου<sup>22</sup>. Επομένως, η χρήση των endocrowns αφορά κυρίως γομφίους, με μικρές κλινικές μύλες και ενασβεστωμένους, κοντούς ή καμπυλωμένους ριζικούς σωλήνες, όπου η αποκατάσταση με άξονα και στεφάνη αντενδείκνυται<sup>21</sup>.

## ΑΞΟΝΕΣ

Οι ενδορριζικοί άξονες τοποθετούνται με σκοπό τη συγκράτηση και υποστήριξη του υλικού αποκατάστασης της μύλης του δοντιού. Σύμφωνα όμως με πρόσφατες έρευνες αποδυναμώνουν το δόντι, αυξάνοντας τον κίνδυνο κατάγματος της ρίζας, λόγω της αφαίρεσης οδοντικής ουσίας. Γεννάται επομένως το ερώτημα πότε και ποιο είδος άξονα είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε; <sup>26,27</sup>

Η τοποθέτηση ενδορριζικού άξονα επιβάλλεται όταν οι παραμένοντες οδοντικοί ιστοί είναι λιγότεροι του 50%, το δόντι αποφασίζεται να αποκατασταθεί με στεφάνη και όταν είναι στήριγμα γέφυρας ή μερικής οδοντοστοιχίας<sup>2,28</sup>. Αναλυτικότερα, για τα οπίσθια δόντια, όταν παραμένουν 1 ή 2 από τα 4 τοιχώματα του δοντιού ανεξάρτητα του πάχους τους ή παραμένουν τα 3 από τα 4 τοιχώματα και τα 2 από αυτά έχουν πάχος μικρότερο από 2 χιλ. η ανάγκη ανασύστασης της μύλης καθιστά απαραίτητο τον ενδορριζικό άξονα, στον ευρύτερο ριζικό σωλήνα και την κατασκευή στεφάνης ολικής κάλυψης<sup>9,29</sup>. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στα πρόσθια δόντια, τα οποία διαθέτουν μικρότερο όγκο οδοντικής ουσίας και δέχονται πλάγιες εφελκυστικές δυνάμεις, οπότε είναι πιο επιρρεπή σε κατάγματα<sup>1</sup>.

Οι ενδορριζικοί άξονες διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

**α)** Εξατομικευμένοι, που διακρίνονται σε χυτούς και μικτούς.

**β)** Προκατασκευασμένοι, οι οποίοι μπορεί να είναι μεταλλικοί, πολυμερείς ή κεραμικοί<sup>30</sup>.

Όσον αφορά τους **εξατομικευμένους** άξονες, περιπτώσεις που αποφασίζεται η κατασκευή τους για την επίτευξη καλύτερης συγκράτησης αποτελούν η ανεπαρκής εναπομένουσα οδοντική ουσία και η αναμενόμενη έντονη φόρτιση του δοντιού μέσω της σχεδιαζόμενης προσθετικής εργασίας.

Το είδος αυτό αξόνων προτιμάται για ριζικούς σωλήνες με μεγάλο εύρος, ωοειδή ή σχισμοειδή διατομή και με έντονη κωνικότητα<sup>31</sup>. Κατηγορία των αξόνων αυτών σε πολύριζα οπίσθια δόντια αποτελούν οι χυτοί ενδορριζικοί άξονες δύο ή περισσότερων τεμαχίων, η χρήση των οποίων εξυπηρετεί τυχόν υπάρχουσες παραλλαγές. Πιο συγκεκριμένα ενδείκνυται σε περιπτώσεις εκτεταμένης καταστροφής της μύλης και σε κίνδυνο κατάγματος στην περιοχή της συμβολής των ριζών<sup>31</sup>. Στην αποκατάσταση τόσο των προσθίων όσο και των οπισθίων δοντιών προτιμάται η χρήση χυτών αξόνων από ημιπολύτιμο χρυσό καθώς εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή σε κατάγματα σε σύγκριση με άξονες νικελίου-χρωμίου. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι άξονες από χρυσό έχουν μέτρο ελαστικότητας πιο κοντά σε αυτό της οδοντίνης και απαιτούν μικρότερη παρασκευή του δοντιού<sup>32,53</sup>.

Κάποια από τα πλεονεκτήματά των χυτών αξόνων είναι η εξατομικεύσή τους για τον κάθε ριζικό σωλήνα, η ανθεκτικότητά τους, η προσαρμογή τους σε μεγάλους, ακανόνιστους ριζικούς σωλήνες και η αντι-περιστροφή που διαθέτουν<sup>33</sup>. Από την άλλη πλευρά, έχουν υψηλό κόστος, μικρότερη συγκράτηση, κίνδυνο ανακρίβειας, προκαλούν πιθανή δυσχρωμία της ρίζας, απαιτούν πρόσθετη αφαίρεση της οδοντικής ουσίας και περισσότερο χρόνο για την κατασκευή τους<sup>31,34,36</sup>. Η δυσχρωμία της ρίζας και των υπερκείμενων ιστών καθιστά τους χυτούς αντένδειξη σε άτομα με λεπτό βιότυπο ούλων και ουλικό χαμόγελο<sup>35</sup>.

Τα παραπάνω μειονεκτήματα περιόρισαν την χρήση τους και οδήγησαν στην ανάπτυξη **προκατασκευασμένων** αξόνων, που μπορεί να είναι μεταλλικοί, πολυμερείς και κεραμικοί.

Οι μεταλλικοί άξονες, όπως οι άξονες τιτανίου, αν και προσφέρουν καλή συγκράτηση, έχουν πολύ μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας από την οδοντίνη<sup>37,38</sup>. Η χρήση τους συνιστάται στα οπίσθια δόντια και το μήκος τους ενδείκνυται να αντιστοιχεί στα 2/3 της ρίζας ή τουλάχιστον να είναι ίσο με το μήκος της στεφάνης<sup>2</sup>. Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι προσαρμόζονται καλύτερα στην επιφάνεια της ριζικής οδοντίνης από τους άξονες υαλονημάτων<sup>28</sup> και εμφανίζουν διπλάσια ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με τους χυτούς άξονες<sup>34</sup>. Παρ' όλα αυτά, οι μεταλλικοί άξονες όταν φορτίζονται οδηγούν σε μικρή ανάπτυξη ρωγμών και αποτυχία της συγκόλλησης στο σύστημα άξονας-κονία-επιφάνεια οδοντίνης, προκαλώντας μη αποκαταστάσιμα κατάγματα<sup>28</sup>. Επίσης, πολλές φορές οι μεταλλικοί άξονες προσδίδουν στο δόντι ένα σκοτεινό χρώμα, και για αυτό δεν προτιμώνται στην αποκατάσταση προσθίων δοντιών<sup>37</sup>.

Οι πολυμερείς άξονες ενισχυμένοι με υαλονήματα, ανθρακονήματα ή χαλαζιακές ίνες είναι οι πλέον σύγχρονοι άξονες και ευρέως χρησιμοποιούμενοι λόγω της καλής αισθητικής απόδοσης και των βελτιωμένων μηχανικών χαρακτηριστικών τους. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι μηχανικές ιδιότητες των διάφορων ειδών είναι ουσιαστικά παρόμοιες<sup>31</sup>. Για αυτό το λόγο, οι πιο αισθητικοί άξονες από υαλονήματα και χαλαζιακές ίνες, οι οποίοι διαθέτουν ημιδιαφάνεια και λευκό χρώμα, έχουν αντικαταστήσει αυτούς με τις ίνες άνθρακα<sup>27</sup>. Η αισθητικότητα που παρέχουν βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στην αποκατάσταση δοντιών στην πρόσθια περιοχή.

Ειδικότερα, οι άξονες υαλονημάτων εμφανίζουν αρκετά πλεονεκτήματα όπως το γεγονός ότι το μήκος τους δεν χρειάζεται να ξεπερνά το 1/2 του

συνολικού μήκους της ρίζας (σε αντίθεση με τους προκατασκευασμένους μεταλλικούς)<sup>2</sup>. Επιπλέον, συμβάλλουν στην διατήρηση περισσότερης οδοντίνης<sup>31</sup>, στην μείωση του πιθανού κινδύνου διάτρησης της ρίζας, ενώ ταυτόχρονα διακρίνονται από ευκολία αφαίρεσής τους σε περίπτωση ανάγκης επαναπρόσβασης στον ριζικό σωλήνα<sup>2</sup>. Ωστόσο, όσον αφορά την αντοχή τους, πρόσθια δόντια που έχουν αποκατασταθεί με άξονες υαλονημάτων εμφανίζουν μικρότερη αντοχή σε κατάγματα από τους άξονες χαλαζία<sup>39</sup>.

Βασικό αίτιο αποτυχίας των πολυμερών αξόνων είναι η αποκόλληση τους. Αυτό συμβαίνει διότι κάμπτονται όταν εκτίθενται σε κυκλική φόρτιση σε υγρό περιβάλλον, με αποτέλεσμα συχνά να προκαλούνται μικροκενά στη διεπιφάνεια ψευδομύλης και ρίζας, που είναι υπεύθυνα για τη μικροδιείσδυση ή την ανάπτυξη τερηδόνας στη διεπιφάνεια μεταξύ του δοντιού και της αποκατάστασης<sup>27,33</sup>.

Οι ενισχυμένοι με ίνες πολυμερείς άξονες έχουν χαμηλό μέτρο ελαστικότητας και συγκεντρώνουν τις δημιουργούμενες τάσεις στην κορυφή τους και όχι στο ακρορριζικό ή μέσο τριτημόριο, με αποτέλεσμα ακόμα και αν προκύπτουν κατάγματα να είναι αποκαταστήσιμα<sup>26</sup>. Το ποσοστό επιβίωσής τους είναι 69,2%<sup>40</sup>. Συγκρίνοντας, τους πολυμερείς με τους μεταλλικούς άξονες, οι πρώτοι εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή στην κάμψη, η οποία είναι 4 φορές μεγαλύτερη από αυτή της ριζικής οδοντίνης<sup>2</sup>. Επίσης, εμφανίζουν μικρότερη αντοχή από τους χυτούς, γι' αυτό δεν χρησιμοποιούνται σε εξασθενημένα δόντια<sup>41,42</sup>. Ωστόσο, άλλες έρευνες υποστηρίζουν ότι πρόσθια δόντια θεραπευμένα με πολυμερείς άξονες εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή σε κάταγμα σε σχέση με δόντια με χυτούς άξονες<sup>43,44</sup>. Η

επιβίωση, πάντως, ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών, ακόμα και χωρίς κανένα τοίχωμα, είναι παρόμοια στα 3 χρόνια είτε χρησιμοποιηθεί άξονας υαλονημάτων είτε χυτός άξονας (91,9% και 97,1% αντίστοιχα)<sup>45</sup>.

Ένα ακόμα είδος αξόνων που χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια για αποκατάσταση της αισθητικής ζώνης είναι οι ολοκεραμικοί άξονες από ζirkονία. Βασικό πλεονέκτημα των αξόνων αυτών είναι οι καλές οπτικές τους ιδιότητες. Συγκεκριμένα επιτρέπουν τη διάδοση του φωτός μέχρι και 20% κατά μήκος της ρίζας φωτίζοντας τους γύρω ιστούς, και έτσι προσφέρουν καλύτερη αισθητική στις υπερκείμενες αποκαταστάσεις<sup>15</sup>. Επιπλέον, η χρήση ολοκεραμικών αξόνων εξαλείφει τη πιθανότητα διάβρωσης, που είναι συχνό πρόβλημα των μεταλλικών αξόνων, ενώ σύγχρονα κεραμικά, όπως το In-Ceram, διαθέτουν και μεγάλη αντοχή<sup>1,15</sup>. Οι άξονες αυτοί, όμως, έχουν υψηλό μέτρο ελαστικότητας (200c GPa) και είναι άκαμπτοι, οπότε αυξάνουν τον κίνδυνο καταστροφικού κατάγματος της ρίζας, ενώ αν σπάσει ο άξονας είναι πολύ δύσκολο να αφαιρεθεί<sup>15,46</sup>. Ακόμα έχουν αναφερθεί προβλήματα συγκράτησης της ψευδομύλης στον άξονα.

## ΣΤΕΦΑΝΕΣ

Αν η απώλεια των οδοντικών ιστών ξεπερνά το 50%, η μυλική αποκατάσταση γίνεται με στεφάνη ολικής κάλυψης, η οποία υπερτερεί των ενδομυλικών αποκαταστάσεων, αλλά έχει μεγαλύτερο κόστος, η προετοιμασία της είναι περισσότερο χρονοβόρα και απαιτεί μεγαλύτερη θυσία οδοντικών ιστών. Η επιλογή του τύπου της αποκατάστασης εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό των εναπομεινάντων τοιχωμάτων, καθώς η επιλογή στεφάνης με άξονα έχει πιο ευνοϊκό



αποτέλεσμα σε δόντια με 1 έως 2 ή και λιγότερα εναπομείναντα οδοντικά τοιχώματα ,ενώ οι στεφάνες χωρίς άξονα υπερτερούν, όταν παραμένει περισσότερη οδοντική ουσία<sup>29</sup>. Καθοριστική για τη τοποθέτηση στεφάνης ολικής κάλυψης είναι η ύπαρξη υγιούς οδοντικού ιστού ύψους τουλάχιστον 1,5-2mm, περιφερικά πάνω από τη παρυφή των ούλων, που προσδίδει δομική αντοχή στην αποκατάσταση ( ferrule effect). Η τεχνική αυτή εμφανίζει μεγάλα ποσοστά επιτυχίας για πολλά χρόνια και για αυτό είναι η θεραπεία εκλογής σε δόντια με μεγάλη απώλεια οδοντικών ιστών ή σε δόντια που δέχονται αυξημένες τάσεις. Τα θεραπευτικά σχήματα είναι τα ακόλουθα: α) προκατασκευασμένος ενδορριζικός άξονας, αποκατάσταση με σύνθετη ρητίνη και ολική κάλυψη με στεφάνη, β) εξατομικευμένος χυτός άξονας και στεφάνη ολικής κάλυψης<sup>2</sup>. Οι στεφάνες αυτές μπορεί, αρχικά, να είναι μεταλλοκεραμικές κι έχουν υψηλή αντοχή και μεγάλα ποσοστά επιτυχίας 94-97% στα 5 χρόνια<sup>47</sup>. Η επικράτηση τους στηρίχτηκε στα πλεονεκτήματα της βιολογικής συμπεριφοράς . Ο μεταλλικός σκελετός εξασφαλίζει επαρκή στήριξη στη πορσελάνη και προσδίδει αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις, που είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα οπίσθια δόντια, τα οποία είναι πιο επιρρεπή σε κατάγματα λόγω των φορτίσεων που δέχονται<sup>15</sup>. Παρόλη την ευρεία χρήση τους στα οπίσθια δόντια, δεν αποτελούν την κατάλληλη αποκατάσταση για την αισθητική ζώνη. Αυτό συμβαίνει επειδή για την τοποθέτησή τους στα πρόσθια δόντια απαιτείται παρασκευή κατά 1,8-2 mm της χειλική επιφάνεια προκειμένου να δημιουργηθεί ο απαραίτητος χώρος. Έτσι, μειώνεται η αντοχή του δοντιού και αυξάνεται ο κίνδυνος κατάγματος. Ακόμα, λόγω του μεταλλικού σκελετού και του αδιαφανούς στρώματος

κεραμικού, που χρησιμοποιείται για να καλύψει τον σκελετό, οι στεφάνες αυτές δεν έχουν ιδανικό αισθητικό αποτέλεσμα<sup>27</sup>.

Εκτός των μεταλλοκεραμικών συστημάτων υπάρχουν και τα ολοκεραμικά. Στο παρελθόν η μειωμένη αντοχή και ο μεγάλος αριθμός καταγμάτων οδήγησαν στην εκτόπισή τους από τις μεταλλοκεραμικές, που είχαν μικρότερη αισθητική απόδοση αλλά μεγαλύτερη αντοχή. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί κεραμικά υλικά με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες, βιοσυμβατότητα και βελτιωμένα συγκολλητικά συστήματα<sup>15</sup>. Συγκεκριμένα, σε συγκρίσεις μεταξύ στεφανών με βάση τη ζirkονία και άλλες με μεταλλικό σκελετό, δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές σε βιολογικό ,αισθητικό και λειτουργικό επίπεδο μεταξύ των δυο υλικών, ενώ και στις δυο περιπτώσεις η αποτυχία οφειλόταν στο σπάσιμο του κεραμικού υλικού επικάλυψης<sup>48</sup>.

Τα βασικά πλεονεκτήματά τους είναι η υψηλή αισθητική και η συντηρητικότερη παρασκευή<sup>27</sup>. Επιπλέον, εμφανίζουν παρόμοια ποσοστά επιβίωσης με τις μεταλλοκεραμικές στα πρόσθια δόντια<sup>49,50</sup>. Όλα αυτά τα καθιστούν πολύ καλή επιλογή για την αποκατάσταση πρόσθιων ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών.

Το επιθυμητό αισθητικό τους αποτέλεσμα επηρεάζεται και από το πάχος της στεφάνης. Συγκεκριμένα, ημιδιαφανείς ολοκεραμικές στεφάνες με πάχος μικρότερο από 1,6mm επηρεάζονται από το χρώμα της ψευδομούλης και του άξονα που χρησιμοποιούμε. Επίσης, όταν το πάχος της στεφάνης είναι 1mm υπάρχουν ορατές διαφορές με τα παρακείμενα δόντια ενώ σε πάχος 1,5mm οι διαφορές αυτές ελαττώνονται σημαντικά<sup>35</sup>.

## **ΕΝΔΟΔΟΝΤΙΚΑ ΘΕΡΑΠΕΥΜΕΝΑ ΔΟΝΤΙΑ ΩΣ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ**

Η χρήση των ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών ως στηρίγματα σε ακίνητες προσθετικές αποκαταστάσεις προβλημάτισε τους οδοντιάτρους για αρκετά χρόνια και αποτέλεσε θέμα πολλών ερευνών . Από τις πρώτες έρευνες μέχρι και σήμερα, κοινό σημείο αποτελεί το γεγονός ότι τα ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια που χρησιμοποιούνται σαν στηρίγματα σε γέφυρες, τείνουν να συμπεριφερθούν κλινικά χειρότερα από αυτά που αποκαθίστανται με στεφάνες. Οι παλιότερες έρευνες το αποδίδουν αυτό στο ότι από τις στεφάνες στις γέφυρες υπάρχει μια συνακόλουθη αύξηση των τάσεων κατά την λειτουργία των δοντιών. Έτσι, ενώ το ποσοστό επιτυχίας των ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών με στεφάνες είναι 92% στα 6 χρόνια, ανεξάρτητα από το αν τοποθετείται ή όχι άξονας , το αντίστοιχο ποσοστό επιτυχίας αυτών που χρησιμοποιούνται ως στηρίγματα σε γέφυρες είναι 78%<sup>51</sup>. Επιπλέον, όσον αφορά στον τύπο της γέφυρας, καλύτερη πρόγνωση φαίνεται να έχουν οι γέφυρες των τριών τεμαχίων από τις μεγαλύτερης έκτασης και τις γέφυρες με πρόβολο, ιδιαίτερα, όταν φέρουν ενδοδοντικά θεραπευμένα άπω στηρίγματα<sup>52</sup>.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι γέφυρες με ενδοδοντικά θεραπευμένα δόντια-στηρίγματα έχουν στατιστικά σημαντικά μικρότερο ποσοστό επιβίωσης από τις αντίστοιχες με στηρίγματα-δόντια με ζωντανό πολφό, καθώς τα ενδοδοντικά θεραπευμένα έχουν μικρότερη αντοχή στη θραύση. Παρ' όλα αυτά, στην περίπτωση που αυτά χρησιμοποιηθούν ως στηρίγματα ακίνητης γέφυρας προτείνεται να τοποθετηθεί χυτός άξονας με ψευδομύλη, διότι πέρα από την ενισχυμένη συγκράτηση και υποστήριξη που προσφέρει στην κατασκευή, δεν υπάρχει η δυσκολία του

παραλληλισμού της ψευδομύλης με τις παρασκευές των άλλων στηριγμάτων<sup>15</sup>. Όσον αφορά τα κατάγματα, η ενδοδοντική θεραπεία αυξάνει την εμφάνιση τους. Τα μεγαλύτερα ποσοστά καταγμάτων τα έχουν οι προγόμφιοι που χρησιμοποιούνται ως στηρίγματα και αυτό οφείλεται στο μικρό τους μέγεθος και στην μικρή αντοχή τους στη θραύση, ενώ οι κυνόδοντες αποτελούν καλύτερα στηρίγματα. Επιπλέον, όταν σε μια γέφυρα το ένα στήριγμα είναι ενδοδοντικά θεραπευμένο και έχει ένα κάταγμα, εξαιτίας των δυνάμεων και της ροπής, δημιουργείται βλάβη και στο άλλο στήριγμα. Όταν τα δυο στηρίγματα ήταν θεραπευμένα με τον ίδιο τρόπο, πχ με άξονες ή χωρίς, τότε τα ποσοστά καταγματος και αποτυχίας μειώνονται, καθώς η ομοιότητα των στηριγμάτων έχει ως αποτέλεσμα οι δυνάμεις και το στρες στα δόντια να κατανέμονται ομοιογενώς<sup>53</sup>.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η αποκατάσταση των ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών είναι ένα από τα πιο μελετημένα, αλλά και πιο αμφιλεγόμενα θέματα στην οδοντιατρική. Αν και μέχρι σήμερα, η ύπαρξη τουλάχιστον 1,5 έως 2 mm "ferrule effect" και η πλήρης κάλυψη του δοντιού θεωρείται η βασική αποκατάσταση που αυξάνει την επιβίωση των δοντιών, νέα υλικά και τεχνικές βελτιώνουν συνεχώς την επιβίωση των σύγχρονων αποκαταστατικών μεθόδων. Ο κλινικός ιατρός πρέπει να αξιολογεί κάθε περίπτωση με βάση τα εκάστοτε δεδομένα (θέση του δοντιού στο φραγμό, εναπομένονσα οδοντική ουσία, ύπαρξη ή όχι ανταγωνιστών δοντιών, παραλειπουργικές έξεις, τύπος σύγκλεισης) και να επιλέγει την αποκατάσταση εκείνη που ικανοποιεί τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης, μεγιστοποιώντας τη διατήρηση των

οδοντικών ιστών και ελαχιστοποιώντας την μηχανική φόρτιση του δοντιού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Papalexopoulos, D., Filippatos, G. "Restoration of Endodontically treated posterior teeth according to the number of remaining walls." *Stomatologia* 75.3 (2018): 129-136
2. Κακάμπουρα, Α., Βουγιουκλάκης, Γ. "Βασικές αρχές οδοντικής χειρουργικής." *Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης* (2011): 344-359
3. Dias, M. C. R., Martins, J. N. R., Chen, A., Quaresma, S. A., Luís, H., & Caramês, J. "Prognosis of Indirect Composite Resin Cuspal Coverage on Endodontically Treated Premolars and Molars: An In Vivo Prospective Study." *Journal of Prosthodontics* 27.7 (2016): 598-604.
4. Scotti, N., Rota, R., Scansetti, M., Paolino, D. S., Chiandussi, G., Pasqualini, D., et al. "Influence of adhesive techniques on fracture resistance of endodontically treated premolars with various residual wall thicknesses." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 110.5 (2013): 376-382.
5. Ibrahim, A. M. B. R., Richards, L. C., & Berekally, T. L. "Effect of remaining tooth structure on the fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars: An in vitro study." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 115.3 (2016): 290-295.
6. Al Amri, M. D., Al-Johany, S., Sherfudhin, H., Al Shammari, B., Al Mohefer, S., Al Saloum, M., et al. "Fracture resistance of endodontically treated mandibular first molars with conservative access cavity and different restorative techniques: An in vitro study." *Australian Endodontic Journal* 42.3 (2016): 124-131.
7. Keçeci, A. D., Heidemann, D., & Kurnaz, S. "Fracture resistance and failure mode of endodontically treated teeth restored using ceramic onlays with or without fiber posts: An ex vivo study." *Dental Traumatology* 32.4 (2015): 328-335.
8. Sequeira-Byron, P., Fedorowicz, Z., Carter, B., Nasser, M., & Alrowaili, E. F. "Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth." *Cochrane Database of Systematic Reviews* (2015)
9. Κακάμπουρα, Α., Βουγιουκλάκης, Γ. "Συντηρητικές αποκαταστάσεις" *Εκδόσεις Πασχαλίδης* (2010): 200-236
10. Von Stein-Lausnitz, M., Mehnert, A., Bruhnke, M., Sterzenbach, G., Rosentritt, M., Spies, B. C., et al. "Direct or Indirect Restoration of Endodontically Treated Maxillary Central Incisors with Class III Defects? Composite vs Veneer or Crown Restoration." *J Adhes Dent* 20.6 (2018): 519-526
11. Serin Kalay, T., Yildirim, T., & Ulker, M. "Effects of different cusp coverage restorations on the fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 116.3 (2016): 404-410.
12. P Oyar, R Durkan. "Effect of Cavity Design on the Fracture Resistance of Zirconia Onlay Ceramics." *Nigerian Journal of Clinical Practice* 21.6 (2018): 687-691
13. Hannig, C., Westphal, C., Becker, K., & Attin, T. "Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with CAD/CAM ceramic inlays." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 94.4 (2005): 342-349.
14. Jiang, W., Bo, H., Yong Chun, G., & Long Xing, N. "Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: A three-dimensional finite element analysis." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 103.1 (2010): 6-12
15. Δ.Π.Ανδριτσάκης. Ακίνητη επανορθωτική οδοντιατρική. *Οδοντιατρικές εκδόσεις ΣΠΥΡΟΣ ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ* (2002): 249-268
16. Frankenberger, R., Zeilinger, I., Krech, M., Mörig, G., Naumann, M., Braun, et al. "Stability of endodontically treated teeth with differently invasive restorations: Adhesive vs. non-adhesive cusp stabilization." *Dental Materials* 31.11 (2015): 1312-1320.
17. A. Bianchi e Silva, P. Ghiggi, E. Mota, G. Borges, L. Burnett Júnior, A.M. Spohr. "Influence of restorative techniques on fracture load of endodontically treated premolars." *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal* 15.4 (2013): 123-128
18. P. Mynampati, M. Babu, D. Saraswathi, J. Kumar, L. Gudugunta, D. Gaddam. "Comparison of fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars with different esthetic onlay systems: An in vitro study." *J Conserv Dent* (2015), 18:140-3

19. Μαζαράκου Παναγιώτα. Κεραμικά Ένθετα – Επένθετα, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, (2004):1-2
20. Hickel, R., Manhart, J. "Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure." *J Adhes Dent* 3.45 (2001):64.
21. Zoidis, P., Bakiri, E., & Polyzois, G. "Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 117.3 (2017): 335–339.
22. Zhu, J., Rong, Q., Wang, X., & Gao, X. "Influence of remaining tooth structure and restorative material type on stress distribution in endodontically treated maxillary premolars: A finite element analysis." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 117.5 (2017): 646–655
23. Pedrollo, D., Van Ende, A., De Munck, J., Umeda Suzukiac, T.Y., Cardoso Vieira, L.C., & Van Meerbeek, B. "Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials." *Journal of Dentistry* (2017) 59:54-61
24. Carlos, R.B., Thomas Nainan, M., Pradhan, S., Sharma, R., Benjamin, S. & Rajani, R. "Restoration of Endodontically Treated Molars Using All Ceramic Endocrowns." *Case Reports in Dentistry* (2013) Article ID 210763:1-5
25. Dejaka, B., Młotkowskib, A., "3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation." *Dental Materials* 29.12 (2013):309-317.
26. Pinto, C. L., Bhering, C. L. B., de Oliveira, G. R., Maroli, A., Reginato, V. F., Caldas, R. A., et al. "The Influence of Post System Design and Material on the Biomechanical Behavior of Teeth with Little Remaining Coronal Structure." *Journal of Prosthodontics* 28.1 (2019):350-356
27. Mannocci, F. & Cowie, J.. "Restoration of endodontically treated teeth." *BDJ* (2014) 216:341–346
28. Kramer, E. J., Meyer-Lueckel, H., Wolf, T. G., Schwendicke, F., Naumann, M., Wierichs, R. J.. "Success and survival of post-restorations: six-year results of a prospective observational practice-based clinical study." *International Endodontic Journal* 52.5 (2018):569-578
29. Afrashtehfar, K. I., Ahmadi, M., Emami, E., Abi-Nader, S., Tamimi, F.. "Failure of single-unit restorations on root filled posterior teeth: a systematic review." *International Endodontic Journal* 50.10 (2016):951-966
30. Vijay Singh, S., Chandra, A., Pandit, I.K., "A new classification of post and core." *Indian Journal of Restorative Dentistry* 4.3 (2015):56-58.
31. Michael A. Baumann- R. Beer. *Endodontology*. Ιατρικές εκδόσεις «Αίτσας» 2014:43-58
32. Khiavi, HA., Habibzadeh, S., Safaeian, S., Eftekhar, M. "Fracture Strength of Endodontically treated Maxillary Central Incisors restored with Nickel Chromium and Nonprecious Gold Alloy Casting Post and Cores." *J Contemp Dent Pract.* 19.5 (2018):560-567.
33. Carvalho, M.A., Lazari, P.C., Gresnigt, M., Del Bel Cury, A.A, Magne, P. "Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach." *Braz. oral res* 32.1 (2018):e74
34. Makade, C.S., Meshram, G.K., Warhadpande, M., Patil, P.G. "A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems: An in vitro study." *J Adv Prosthodont*, 3.2 (2011): 90–95.
35. Trushkowsky, R. D. "Esthetic and Functional Consideration in Restoring Endodontically Treated Teeth." *Dental Clinics of North America* 55.2 (2011): 403–410.
36. Khaled AL-Omiri, M., Mahmoud, A. A., Rayyan, M. R., & Abu-Hammad, O. "Fracture Resistance of Teeth Restored with Post-retained Restorations: An Overview." *Journal of Endodontics* 36.9 (2010): 1439–1449.
37. Machado, J., Almeida, P., Fernandes, S., Marques, A., Vazd, M. "Currently used systems of dental posts for endodontic treatment." *Procedia Structural Integrity* (2017), 5: 27-33
38. Sonkesriya, S., Olekar, S.T., Saravanan, V., Somasunderam, P., Chauhan, R.S., Chaurasia, V.R. "An in vitro comparative evaluation of fracture resistance of custom made, metal, glass fiber reinforced and carbon reinforced posts in endodontically treated teeth." *J Int Oral Health.* 7.5 (2015):53-5.
39. Seraj, B., Ghadimi, S., Estaki, Z., and Fatemi, M. "Fracture resistance of three different posts in restoration of severely damaged primary anterior teeth: An in vitro study." *Dent Res J (Isfahan).* 12.4 (2015): 372–378.

40. Ferrari, M., Sorrentino, R., Juloski, J., Grandini, S., Carrabba, M., Discepoli, N. et al. "Post-Retained Single Crowns versus Fixed Dental Prostheses: A 7-Year Prospective Clinical Study." *Journal of Dental Research* 96.13 (2017):1490-1497
41. Zhou, L., & Wang, Q. "Comparison of Fracture Resistance between Cast Posts and Fiber Posts: A Meta-analysis of Literature." *Journal of Endodontics* 39.1 (2013):11–15
42. Franco, É. B., Lins do, Valle A., Pompéia Fraga de Almeida, A. L., Rubo, J. H., & Pereira, J. R.. "Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 111.1 (2014): 30–34.
43. Gu, XH, Huang, JP, Wang, XX. "An experimental study on fracture resistance of metal-ceramic crowned incisors with different post-core systems." *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 42.3 (2007):169-72.
44. GU, X.-H., & KERN, M. "Fracture resistance of crowned incisors with different post systems and luting agents." *Journal of Oral Rehabilitation* 33.12 (2006): 918–923.
45. Sarkis-Onofre, R., Jacinto, R. de C., Boscato, N., Cenci, M. S., & Pereira-Cenci, T. "Cast metal vs. glass fibre posts: A randomized controlled trial with up to 3 years of follow up." *Journal of Dentistry* 42.5 (2014): 582–587.
46. Kumar, L., Pal, B., Pujari, P. "An assessment of fracture resistance of three composite resin core build-up materials on three prefabricated non-metallic posts, cemented in endodontically treated teeth: An in vitro study." *PeerJ.* 24.3 (2015):e795
47. Rapid Response Report: Summary with Critical Appraisal. "Porcelain-Fused-to-Metal Crowns versus All-ceramic Crowns: A Review of the Clinical and Cost-Effectiveness." Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (2015)
48. Monaco, C., Llukacej, A., Baldissara, P., Arena, A., & Scotti, R. "Zirconia-based versus metal-based single crowns veneered with overpressing ceramic for restoration of posterior endodontically treated teeth: 5-year results of a randomized controlled clinical study." *Journal of Dentistry* 65 (2017) : 56–63
49. Pjetursson, B. E., Sailer, I., Zwahlen, M., & Hämmerle, C. H. F. "A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: single crowns." *Clinical Oral Implants Research* 18 (2007):73–85
50. Sailer, I., Makarov, N. A., Thoma, D. S., Zwahlen, M., & Pjetursson, B. E. "All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs)." *Dental Materials* 31.6 (2015):603–623.
51. Ploumaki, A., Bilkhair, A., Tuna, T., Stampf, S., & Strub, J. R. "Success rates of prosthetic restorations on endodontically treated teeth; a systematic review after 6 years." *Journal of Oral Rehabilitation* 40.8 (2013):618–630.
52. Ζάρρα, Θ., Μπακοπούλου, Α., Μαζίνης, Ε., Γαρέφης, Π. "Πρόγνωση ενδοδοντικά θεραπευμένων δοντιών-στηριγμάτων προσθετικών αποκαταστάσεων. Ποσοστά επιβίωσης και τύποι επιπλοκών." *Εργαστήριο Ενδοδοντολογίας, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ. Εργαστήριο Ακίνητης Προσθετικής και Προσθετικής Εμφυτευματολογίας, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ.*
53. Gholami, F., Kohani, P., Aalaeia, S. "Effect of Nickel-Chromium and Non-Precious Gold Color Alloy Cast Posts on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth" *Iran Endod J.* 12.3 (2017): 303–306.



# ΚΟΝΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

ΜΑΡΓΑΡΙΤΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ\*, ΜΑΡΝΙΚΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ\*, ΜΟΛΩΝΗΣ  
ΒΑΣΙΛΗΣ\*, ΜΟΥΖΟΥΛΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ\*, ΜΠΑΝΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ\*, ΜΠΙΡΗΣ  
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ\*

Έτος 2019-2020

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην ακόλουθη εργασία παραθέτουμε μία ανασκόπηση των κονιών που χρησιμοποιούνται στην κλινική οδοντιατρική πράξη και ειδικότερα στην Ακίνητη Προσθετική εστιάζοντας σε ερευνητικά δεδομένα της τελευταίας δεκαετίας. Οι ιδιότητες, μηχανικές, βιολογικές και αισθητικές διαφέρουν ανά τύπο κονίας και γι' αυτό πρέπει να επιλεγεί η καταλληλότερη ανάλογα με το είδος της επιθυμητής εργασίας.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** Βιοσυμβατότητα, μικροδιείσδυση, αισθητική, μηχανικές ιδιότητες, κλινική χρήση

## ABSTRACT

In the following study we present a review of the cements used in clinical dentistry and in particular in Fixed Prosthodontics, focusing on research data of the last decade. The mechanical, biological and aesthetic properties vary according to the cement type and, therefore, the most suitable one must be chosen according to the restoration to be cemented.

**KEY WORDS:** Biocompatibility, microleakage, aesthetics, mechanical properties, clinical use

\*Προπτυχιακοί Φοιτητές της Οδοντιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο πρωταρχικός στόχος του κάθε κλινικού στον τομέα της ακίνητης προσθετικής είναι να εφοδιάσει τον ασθενή του με μία αποκατάσταση που να επαναφέρει στον μέγιστο δυνατό βαθμό την απολεσθείσα λειτουργικότητα του φραγμού, διατηρώντας παράλληλα την μακροημέρευση και την ακεραιότητα των παρασκευασμένων δοντιών<sup>1</sup>. Η επιτυχία μιας επανορθωτικής εργασίας επηρεάζεται σημαντικά από την τελική συγκόλληση της. Οι συγκολλητικές κονίες χρησιμοποιούνται για να συγκρατήσουν την κατασκευή σε μόνιμη θέση μέσα στο στόμα<sup>2</sup>. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της πλήρωσης του σχισμοειδούς κενού μεταξύ οδοντικής ουσίας και αποκαταστάσεως, η οποία οδηγεί στο μηχανικό "κλείδωμα" της τελευταίας στην επιθυμητή θέση και στην αποφυγή της απόσπασής της κατά στην μάσηση<sup>3</sup>. Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα συγκολλητικά μέσα είναι: η ψευδαργυροφωσφορική κονία, η κονία οξειδίου του ψευδαργύρου-ευγενόλης, η κονία οξειδίου του ψευδαργύρου-ευγενόλης και αιθοξυβενζοϊκού οξέος, οι πολυκαρβοξυλικές, οι υαλοϊονομερείς και οι ρητινώδεις κονίες<sup>4</sup>.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι κονίες χρησιμοποιούνται στην οδοντιατρική από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα<sup>5</sup>. Η πρώτη που αναπτύχθηκε είναι η ψευδαργυροφωσφορική κονία από τους αδελφούς Rostaing το 1878<sup>6</sup>. Την ίδια περίοδο εισάγονται και οι κονίες οξειδίου του ψευδαργύρου-ευγενόλης και EBA οι οποίες παρουσίασαν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα συγκριτικά με την πρώτη, με αποτέλεσμα η εφαρμογή τους να γίνεται σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, ενώ η ψευδαργυροφωσφορική κονία

να παρουσιάζει την πιο ευρεία χρήση<sup>7</sup>. Το 1968 αναπτύχθηκε η πολυκαρβοξυλική κονία από τον Smith, η οποία ήταν η πρώτη που παρουσίασε χημικό δεσμό με την οδοντική επιφάνεια<sup>8</sup>. Το 1971 οι Wilson και Kent παρουσίασαν τις υαλοϊονομερείς κονίες<sup>9</sup>. Το 1989 εισάγονται οι τροποποιημένες ρητινώδεις υαλοϊονομερείς κονίες<sup>10</sup>. Το 1952 χρησιμοποιήθηκε η πρώτη ρητινώδης κονία, που περιείχε πολυμεθακρυλικό μεθύλιο για την συγκόλληση ένθετων στεφανών<sup>11</sup>. Από το 1986 έως και σήμερα, οι ρητινώδεις κονίες χρησιμοποιούνται για την μόνιμη συγκόλληση γεφυρών και ολοκεραμικών κατασκευών<sup>12</sup>.

## ΣΥΣΤΑΣΗ

1. Zinc phosphate cement / ψευδαργυροφωσφορική κονία  
Η σκόνη περιέχει 90% ZnO, 10% MgO και ελάχιστες ποσότητες από άλλα οξείδια, ή μεταλλικά άλατα. Το υγρό είναι διάλυμα 67% ορθοφωσφορικού οξέος. Προστίθεται σαν ρυθμιστικός παράγοντας φωσφορικός ψευδάργυρος ή φωσφορικό αργίλιο. Η δομή της αποτελείται από περίσσεια σωματιδίων οξειδίου του ψευδαργύρου σε μη κρυσταλλική, άμορφη φωσφορική μήτρα<sup>13</sup>.

2. Zinc oxide-eugenole cement / κονία οξειδίου του ψευδαργύρου – ευγενόλης  
Η σκόνη περιέχει ZnO, ρητινώδεις ενισχυτικές ουσίες, επιταχυντή και φυτικά έλαια (πλαστικοποιητές, που αντισταθμίζουν την ερεθιστική δράση της ευγενόλης στον πολφό). Το υγρό περιέχει κυρίως ευγενόλη και αντιμικροβιακά πρόσθετα<sup>14</sup>. Ως τελικό αποτέλεσμα δημιουργείται άλας ευγενολούχου ψευδαργύρου με παραμονή ελεύθερης ευγενόλης<sup>15</sup>.

3. EBA cement / κονία οξειδίου του ψευδαργύρου – ευγενόλης και αιθοξυβενζοϊκού

Κονία οξειδίου του ψευδαργύρου ενισχυμένη με ορθο-αιθοξυβενζοϊκού οξύ σε μερική αντικατάσταση της ευγενόλης ή με προσθήκη ανόργανων προσμίξεων όπως  $Al_2O_3$ .<sup>2</sup>

4. Polycarboxylate cement / πολυκαρβοξυλική κονία

Αποτελείται από σκόνη, που περιέχει οξείδιο ψευδαργύρου, οξείδιο μαγνησίου και επιπλέον οξείδιο κασσίτερου ή βισμούθιου ή αργιλίου ή φθοριούχου κασσίτερου και υγρό το οποίο περιέχει πολυακρυλικό οξύ ή συμπολυμερή του με άλλα πολυκαρβοξυλικά οξέα όπως ιτακονικό οξύ

5. Glass ionomer cement / υαλοϊονομερής κονία

Η σκόνη αποτελείται από πυριτικό αργίλιο, ασβέστιο, φθόριο, νάτριο και φωσφορικά ιόντα σε μορφή συμπλόκων αλάτων. Το υγρό είναι υδατικό διάλυμα συμπολυμερούς από πολυακρυλικό, ιτακονικό και μαλεϊκό οξύ. Προστίθεται ταρταρικό οξύ (σταθεροποιητής)

6. Resin cement / ρητινώδης κονία

Λεπτόρρευστη σύνθετη ρητίνη από οργανική μήτρα και σιλανοποιημένες ανόργανες ενισχυτικές ουσίες (65-76% κ.β.). Περιέχει διμεθακρυλικά, όπως μεθακρυλικό δισφαινόλη Α-γλυκιδύλιο (BisGMA), διμεθακρυλικό ουρεθάνιο (UDMA) και διμεθακρυλικό τετρααιθυλενογλυκόλη (TEGDMA).

## ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

### Βιοσυμβατότητα

Οι σύγχρονες συγκολλητικές κονίες στην οδοντιατρική πράξη οφείλουν να είναι βιοσυμβατές, δηλαδή να μην έχουν τοξική επίδραση στους ιστούς του στόματος αλλά και στον πολφό του

δοντιού. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε τρεις τύπους κονιών (φωσφορικού ψευδαργύρου, πολυκαρβοξυλική και υαλοϊονομερής κονία) τόσο η κονία φωσφορικού ψευδαργύρου όσο και η υαλοϊονομερής παρουσίασαν προβλήματα υπερευαισθησίας, ενώ οι ασθενείς διαμαρτυρήθηκαν για ευαισθησία στο ζεστό και το κρύο κατά τη μάσηση, κυρίως από τις κονίες που χρησιμοποιούνται για μόνιμες αποκαταστάσεις<sup>16</sup>. Γενικά οι υαλοϊονομερείς φαίνεται να παρουσιάζουν ήπια αντίδραση στον πολφό, η οποία πιθανόν οφείλεται στη χαμηλή αρχικά ρύθμιση του pH και στην αντίδραση ευαισθησίας εξαιτίας της ξήρανσης ή της βακτηριακής μόλυνσης της οδοντίνης. Απευαισθητοποιητές με βάση τη ρητίνη θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πριν την τοποθέτηση της κονίας, αρκεί να μην υποβαθμίζεται η συγκράτηση της στεφάνης<sup>17</sup>.

Παράλληλα, οι ρητινώδεις τροποποιημένες κονίες έδειξαν ιστορικό περιστασιακής υπερευαισθησίας, το οποίο οφείλεται στην αμφίβολη βιοσυμβατότητά τους, εξαιτίας των μονομερών που δεν έχουν αντιδράσει και φαίνονται εξαιρετικά τοξικά και ερεθιστικά, με το μεθακρυλικό 2-υδροξυαιθύλιο (HEMA) να αποτελεί την πιο βλαπτική ουσία που απελευθερώνεται από αυτά. Η φλεγμονή του πολφού και η αλλεργική δερματίτιδα εξ' επαφής μπορούν να αποτελέσουν δυσάρεστες επιπτώσεις που οφείλονται στη βλαπτική του δράση<sup>16</sup>.

Στις ρητινώδεις κονίες ο ατελής πολυμερισμός μπορεί να οδηγήσει σε ερεθισμό του πολφού κυρίως από τα μονομερή που δεν έχουν αντιδράσει και είναι πολύ τοξικά, ενώ σε συνδυασμό με παράγοντες συγκόλλησης παρουσιάζουν καλύτερες ιδιότητες από

εκείνες των κονιών που βασίζονται στην αντίδραση οξέος-βάσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα αυτοαδροποιούμενα συγκολλητικά συστήματα που χρησιμοποιούνται μαζί με ρητινώδεις κονίες δημιουργούν ανησυχίες σχετικά με την ύπαρξη μετεγχειρητικής ευαισθησίας<sup>18</sup>.

### **Αντιπερηδογόνος Δράση**

Μια ιδανική κονία πέρα από τη βιοσυμβατότητά της, θα πρέπει να εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στην διεπιφάνεια δοντιού-αποκατάστασης, η οποία αποτελεί και έναν βασικό παράγοντα που συμβάλλει στην αποτυχία των προσθετικών αποκαταστάσεων. Οι υαλοϊονομερείς κονίες διαθέτουν τερηδοστατικό δυναμικό, το οποίο οφείλεται στην ικανότητά τους να απελευθερώνουν φθόριο και στο δυναμικό επαναφόρτισης φθορίου που διαθέτουν. Αντίστοιχα οι ρητινώδεις τροποποιημένες υαλοϊονομερείς κονίες, ως υβριδικά υλικά από υδατοδιαλυτά πολυμερή ή πολυμεριζόμενη ρητίνη και συμβατικό υαλοϊονομερές υλικό, διατηρούν την ικανότητα απελευθέρωσης φθορίου<sup>19</sup>.

Σε πειραματικές μελέτες (Vermeersch G et al.), όπου συγκρίθηκε η αντιβακτηριδιακή δραστηριότητα έναντι του *Streptococcus mutans* έξι διαφορετικών κονιών (μίας συμβατικής υαλοϊονομερούς, δύο φωτοπολυμεριζόμενων υαλοϊονομερών, δύο compomer (πολυόξινων ρητινωδών) και μίας συμβατικής ρητινώδους) αποδείχτηκε ότι οι συμβατικές υαλοϊονομερείς παρουσίασαν σημαντική αντιμικροβιακή δράση. Παράλληλα, αναφέρθηκε συσχέτιση μεταξύ οξύτητας του υλικού και δυσκολίας ανάπτυξης του *Streptococcus mutans*<sup>20</sup>.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι η απελευθέρωση φθορίου στις υαλοϊονομερείς κονίες πραγματοποιείται σε δύο κυρίως φάσεις : α) τις πρώτες 24 ώρες, όπου υπάρχει μαζική απελευθέρωση φθορίου από την υαλώδη μήτρα και (β) μετά το πέρας των 24 ωρών, όπου αν και υπάρχει απελευθέρωση φθορίου, τα επίπεδα αυτού είναι αρκετά πιο χαμηλά από τα θεραπευτικά για την αποφυγή δευτερογενών τερηδόνων. Η δράση έγκειται κυρίως στην ικανότητα τους να δρουν ως reservoir φθορίου, καθώς εκτίθενται στο φθόριο που λαμβάνεται από οδοντόκρεμες, gel και άλλα αντίστοιχα φθοριούχα οδοντιατρικά σκευάσματα<sup>21</sup>.

Τέλος, κατά την προσθήκη γλυκονικής χλωρεξιδίνης 5% σε δύο συμβατικές υαλοϊονομερείς κονίες (Fuji II και Fuji IX) διαπιστώθηκε επιπλέον αύξηση της αντιμικροβιακής δράσης έναντι του *S.mutans*<sup>22</sup>.

### **Μικροδιδείδυση**

Ιδιαίτερος συχνά, ως αιτία μείωσης του χρόνου ζωής μιας προσθετικής αποκατάστασης, αναφέρεται η μικροδιδείδυση των μικροοργανισμών γύρω από τις οδοντικές αποκαταστάσεις ιδιαίτερα στις μεσοφάσεις δοντιού-κονίας ή δοντιού-αποκατάστασης. Η μικροδιδείδυση στα σύγχρονα συγκολλητικά συστήματα έχει αποδειχθεί χαμηλότερη σε σχέση με τα μη-συγκολλητικά σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ( $p < 0.05$ ). Μάλιστα από σχετική έρευνα (Memarrou Metal.(2011)), οι ρητινώδεις τροποποιημένες κονίες συνδυασμένες με συγκολλητικό παράγοντα παρουσίασαν την μικρότερη μικροδιδείδυση, ενώ οι συμβατικές ρητινοτροποποιημένες υαλοϊονομερείς, οι υαλοϊονομερείς, οι φωσφορικού ψευδαργύρου και τέλος οι πολυκαρβοξυλικές κονίες

ακολούθησαν με συγκριτικά μεγαλύτερη μικροδιείσδυση<sup>23</sup>.

Πάραυτα, οι ρητινώδεις κονίες συνεχίζουν να διαθέτουν τα χαμηλότερα επίπεδα μικροδιείσδυσης, μειώνοντας την οριακή απώλεια συγκριτικά με τις κονίες φωσφορικού ψευδαργύρου, ενώ οι ρητινώδεις τροποποιημένες υαλοϊονομερείς παρουσίασαν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα συγκρινόμενα με εκείνα των ρητινωδών κονιών<sup>24</sup>. Σε άλλη μελέτη, επίσης, όπου εξετάστηκε η μικροδιείσδυση και η προσαρμογή του προσθετικού σκελετού σε εμφυτεύματα, οι ρητινώδεις τροποποιημένες υαλοϊονομερείς αν και επέδειξαν καλύτερη οριακή προσαρμογή είχαν μεγαλύτερη μικροδιείσδυση σε σχέση με τις ρητινώδεις κονίες που περιέχουν MDP και τις αυτοσυγκολλούμενες διπλού πολυμερισμού ρητινώδεις κονίες (Oyagüe RC et al. (2012))<sup>25</sup>.

## **ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ**

Οι συμβατικές υαλοϊονομερείς κονίες όπως και οι φωσφορικού ψευδαργύρου είναι οι κύριες κατηγορίες που χρησιμοποιούνται για μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις, ενώ οι ρητινώδεις προτιμώνται κυρίως στις αισθητικές αποκαταστάσεις<sup>26</sup>.

Διαπιστώθηκε μάλιστα, ότι η σταθερότητα χρώματος αυτών επηρεάζεται: α) από τη χρονική διάρκεια έκθεσής τους στα στοματικά υγρά, με υποβάθμιση των αισθητικών ιδιοτήτων τους με την πάροδο του χρόνου, β) από την απόχρωση του χρώματός τους (σκοτεινή/φωτεινή) με τις πιο φωτεινές να αποδίδουν πιο ορατές αλλαγές χρώματος έναντι των πιο σκοτεινών. Συγχρόνως, τόσο οι φωτοπολυμεριζόμενες όσο και οι διπλού πολυμερισμού παρουσίασαν αλλαγές χρώματος, με υψηλότερα ποσοστά σε εκείνες του διπλού

πολυμερισμού εξαιτίας της αποικοδόμησης των υπολειμματικών αμινών και των υπολειμματικών διπλών δεσμών c-c<sup>27</sup>. Τέλος, γ) το πάχος της αποκατάστασης αποδείχθηκε ότι επηρεάζει τις αλλαγές χρώματος και φωτεινότητας κυρίως στις φωτοπολυμεριζόμενες κονίες και σε χαμηλότερα ποσοστά στις διπλού πολυμερισμού, ενώ στις συμβατικές αυτοπολυμεριζόμενες ρητινώδεις δεν παρατηρήθηκε κάποια συσχέτιση<sup>28</sup>.

## **ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

### **Μέτρο Ελαστικότητας**

Αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ιδιότητες όσον αφορά τις συγκολλητικές κονίες καθώς εκφράζει την αντίσταση του υλικού στη ελαστική παραμόρφωση. Οι περισσότερες έρευνες συγκλίνουν στο ότι το μέτρο ελαστικότητας στις οξυφωσφορικές είναι το υψηλότερο (13GPa), ακολουθούν οι υαλοϊονομερείς (8-11GPa), ενώ οι ρητινώδεις έχουν σχετικά χαμηλό (1,2-10,7 GPa)<sup>29</sup>. Οι μετρήσεις επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως το πάχος του υλικού και τον χρόνο.

Μία τέτοια κονία που παρεμβάλλεται μεταξύ της οδοντίνης που έχει μέτρο ελαστικότητας

16,55-18,62GPa<sup>30</sup> και της προσθετικής εργασίας με μέτρο ελαστικότητας 88-220GPa όταν πρόκειται για χυτά (μεταλλοκεραμικά), και 55-236GPa προκειμένου για ολοκεραμικά<sup>31</sup>, θα πρέπει να διαθέτει μέτρο ελαστικότητας ενδιάμεσο της οδοντίνης-πρόσθεσης. Σε περιπτώσεις μεγάλων ακίνητων αποκαταστάσεων και γενικά σε περιπτώσεις που αναπτύσσονται αυξημένες δυνάμεις καλό είναι να αποφεύγονται οι πολυκαρβοξυλικές και οι τροποποιημένες με ρητίνη κονίες



λόγω του μικρού μέτρου ελαστικότητας που διαθέτουν.

### **Αντοχή στη θλίψη**

Αντοχή στη θλίψη ονομάζεται η ικανότητα του υλικού να αντιστέκεται σε δυνάμεις που τείνουν να μειώσουν το μέγεθος του και να το συνθλίψουν. Πολύ υψηλή αντοχή στη θλίψη παρουσιάζουν οι κονίες φωσφορικού ψευδαργύρου, η EBA και οι ρητινώδεις αλλά και οι τροποποιημένες με ρητίνη υαλοϊονομερείς κονίες έχουν συγκρίσιμες τιμές<sup>2,18</sup>.

Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα, η σχέση μεταξύ υγρασίας και αντοχής στη θλίψη διαφόρων κονιών, μετά από εμπάππισή τους σε απεσταγμένο νερό έδειξε ότι αρχικά τον υψηλότερο μέσο όρο αντοχής στη θλίψη είχαν οι αυτοπολυμεριζόμενες ρητινώδεις κονίες και τον χαμηλότερο οι συμβατικές υαλοϊονομερείς. Μέσα σε 24 ώρες η αντοχή αυξήθηκε για όλες σχεδόν τις κονίες<sup>32</sup>.

Οι υαλοϊονομερείς κονίες παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στη θλίψη ωστόσο καθυστερεί να φτάσει στην τελική αντοχή της λόγω του δεύτερου σταδίου πήξης της που μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 72 ώρες<sup>39</sup>. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα όσον αφορά τις μηχανικές της ιδιότητες επέρχεται μετά από μερικούς μήνες.

### **Αντοχή στον εφελκυσμό**

Στη στοματική κοιλότητα κατά τη λειτουργία της αποκατάστασης αναπτύσσονται μεγάλες εφελκυστικές δυνάμεις. Εργαστηριακά, φαίνεται να υπερτερούν οι ρητινώδεις κονίες, αφού όλες οι υπόλοιπες έχουν μικρή αντοχή στον εφελκυσμό και εμφανίζουν μικρή ή και ελάχιστη πλαστική παραμόρφωση<sup>18</sup>. Ωστόσο τα αποτελέσματα των κλινικών δεδομένων είναι σαφώς πιο ενθαρρυντικά.

Σε πρόσφατη *in vitro* μελέτη που διεξήχθη για τη σύγκριση της αντοχής στον εφελκυσμό και της οριακής προσαρμογής τεσσάρων συγκολλητικών κονιών που χρησιμοποιήθηκαν σε τυποποιημένες συνθήκες και σε μεταλλικό υπόστρωμα στεφανών, μετρήθηκαν τα ακόλουθα αποτελέσματα όσον αφορά την αντοχή στον εφελκυσμό: φωσφορικού ψευδαργύρου  $16,45 \pm 0,33 \text{MPa}$ , πολυκαρβοξυλικού ψευδαργύρου  $7,95 \pm 0,47 \text{MPa}$ , υαλοϊονομερής  $16,77 \pm 0,26 \text{MPa}$  και ρητινώδης  $23,32 \pm 0,97 \text{MPa}$ <sup>34</sup>. Συνεπώς, οι φωσφορικού ψευδαργύρου και οι υαλοϊονομερείς κονίες εμφανίζουν σχεδόν παρόμοιες τιμές. Η ρητινώδης βρέθηκε ότι είναι η ισχυρότερη (κατανοητό λόγω της ικανότητάς του να συγκολλάει τη δομή του δοντιού και την μεταλλική επιφάνεια) και η πολυκαρβοξυλική ήταν η ελάχιστη.

### **Αντοχή στην κάμψη**

Οι ρητινώδεις κονίες φαίνεται να βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση και σε αυτή την ιδιότητα, καθώς οι υπόλοιπες παρουσιάζουν σε γενικές γραμμές μικρή αντοχή στην κάμψη και σπάνε χωρίς πλαστική παραμόρφωση. Συγκεκριμένα, ανθίστανται συγκριτικά καλύτερα σε δυνάμεις κάμψης σε παρασκευάσματα αποθηκευμένα σε απεσταγμένο νερό, ενώ ακολουθούν οι τροποποιημένες με ρητίνη υαλοϊονομερείς κονίες<sup>35</sup>. Αξιοσημείωτο είναι ότι για τις ρητινώδεις κονίες η αντοχή στην κάμψη, όπως και αρκετές ακόμα ιδιότητες, επηρεάζεται από τον τρόπο πολυμερισμού/σκλήρυνσης<sup>36</sup>. Οι διπλού-πολυμερισμού εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή στην κάμψη από τις φωτοπολυμεριζόμενες, ενώ για τις χημικώς πολυμεριζόμενες δεν είναι ξεκάθαρο αφού ο επαρκής φωτοπολυμερισμός δεν είναι πάντα εφικτός. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και με τις

ρητινώδεις τροποποιημένες υαλοϊονομερείς κονίες<sup>37</sup>.

Η αντοχή στην κάμψη των υαλοϊονομερών είναι μεγαλύτερη από των κονιών φωσφορικού ψευδαργύρου. Αυτό ωστόσο δεν ισχύει στα πρώιμα στάδια φόρτισης της κονίας<sup>39</sup>.

## Συγκόλληση

### α) Με τους οδοντικούς ιστούς.

Αποτελεί βασική ιδιότητα που προκύπτει σαν μία συνάρτηση από την μηχανική συγκράτηση, τους χημικούς δεσμούς καθώς και άλλες δυνάμεις (πχ van der Waals) μεταξύ οδοντικής επιφάνειας και εσωτερικού στρώματος κονίας.

Η υαλοϊονομερής και η πολυκαρβοξυλική κονία συγκολλούνται χημικά με τους οδοντικούς ιστούς, μέσω ιοντικών δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ των καρβοξυλομάδων της κονίας και των ιόντων ασβεστίου του υδροξυαπατίτη των οδοντικών ιστών. Οι υπόλοιπες εμφανίζουν είτε μηχανική είτε μικρομηχανική συγκράτηση<sup>6,39</sup>.

Η πολυκαρβοξυλική κονία σχηματίζει ισχυρότερο δεσμό με την αδαμαντίνη παρά με την οδοντίνη. Στην τελευταία ο δεσμός είναι δευτερεύων και πραγματοποιείται μεταξύ των καρβοξυλομάδων της κονίας και του ασβεστίου του δοντιού. Ως συνέπεια, σε ένα επαρκώς μεταλλικοποιημένο δόντι ο συγκεκριμένος δεσμός θα είναι ισχυρότερος. Για τις ρητινώδεις κονίες, οι μηχανικές ιδιότητες των χαμηλού ιξώδους αναμένονται υποδεέστερες από τις αντίστοιχες των υψηλού. Οι περισσότερες απαιτούν συγκολλητικούς παράγοντες για να αναπτυχθεί ο επιθυμητός δεσμός<sup>18</sup>. Συγκρατούνται στο παρασκευασμένο δόντι μέσω υδρόφιλων μεθακρυλικών μονομερών που διεισδύουν στην απασβεστιωμένη οδοντίνη με αποτέλεσμα να δημιουργείται «υβριδική

ζώνη»<sup>33</sup>. Οι ρητινώδεις τροποποιημένες υαλοϊονομερείς κονίες παρουσιάζουν καλή συγκόλληση και σε περιβάλλον υγρασίας με την οδοντική επιφάνεια. Σε αυτές αλλά και στις ρητινώδεις πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν ο παράγοντας της συστολής πολυμερισμού.

### β) Συγκόλληση με ολοκεραμικές και μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις

Οι συμβατικές κονίες ενισχυμένες με οξύ εμφανίζουν περιορισμένες εφαρμογές στην συγκόλληση των ολοκεραμικών αποκαταστάσεων και χρησιμοποιούνται κυρίως στα μεταλλοκεραμικά. Οι σύγχρονες ρητινώδεις κονίες αποτελούν την πλέον αξιόπιστη επιλογή στη συγκόλληση των ολοκεραμικών αποκαταστάσεων καθώς υπερτερούν στις μηχανικές ιδιότητες με κυριότερο πλεονέκτημα τη δυνατότητα συγκόλλησης σε πολλά υποστρώματα<sup>38</sup>.

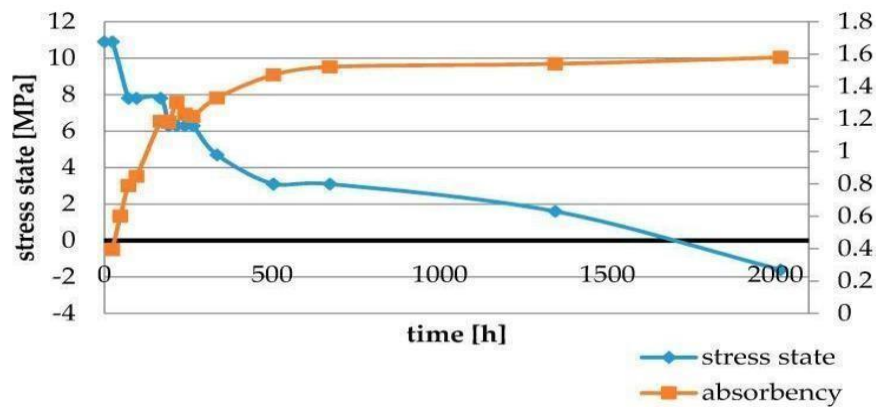
Στην συγκόλληση κεραμικών προσθέσεων με ρητινώδεις κονίες απαιτείται αρκετή προετοιμασία του δοντιού αλλά συχνά και της αποκατάστασης. Χρησιμοποιούνται ενεργοποιητικοί παράγοντες (primers), ουσίες δηλαδή που προσροφώνται και τροποποιούν τη χημική φύση της επιφάνειας, σχηματίζοντας μία διαφοροποιημένη, ενεργή επιφανειακή στοιβάδα. Αυτή πλέον μπορεί να συνδεθεί με την ρητινώδη κονία ή τον συζευκτικό συγκολλητικό παράγοντα. Η χρήση τους, μαζί μ' αυτή των συζευκτικών συγκολλητικών παραγόντων είναι απαραίτητη για τη συγκόλληση στην οδοντίνη<sup>40</sup>. Δεδομένα για τη μακροβιότητα των μονολιθικών αποκαταστάσεων μερικής κάλυψης με ζirkονία που έχουν συγκολληθεί με ρητινώδη κονία δεν υπάρχουν ακόμα<sup>41</sup>.

### Απορρόφηση νερού

Η απορρόφηση νερού όπως και η συστολή πολυμερισμού είναι δύο

παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά τον δεσμό που αναπτύσσεται μεταξύ οδοντίνης και ρητινωδών κονιών, οι μεν

προκαλώντας διαστολή και η δε συστολή της κονίας.



**Εικόνα 1** Σχέση συστολής πολυμερισμού και απορρόφησης υγρασίας από το στοματικό περιβάλλον σε συνάρτηση με το χρόνο για μια αυτοπολυμεριζόμενη ρητινώδη κονία.

Από την εικόνα 1 είναι σαφές ότι όσο αυξάνεται ο χρόνος τόσο αυξάνεται και η απορρόφηση νερού της ρητινώδους κονίας<sup>42</sup>. Μειονέκτημα συνεπώς των ρητινωδών κονιών αποτελεί η ευαισθησία τους στην υγρασία<sup>38</sup>.

Όσον αφορά την υαλοϊονομερή κονία, κατά τη συγκόλληση της θα πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία αποτελεσματικά τουλάχιστον για 5 λεπτά επειδή είναι ευαίσθητη στα αρχικά στάδια της πήξης της και διαλύεται. Επίσης, αν εκτεθεί σε υγρασία πολύ νωρίς, οι μηχανικές ιδιότητες που θα αποκτήσει θα είναι υποδεέστερες<sup>39</sup>.

### Διαλυτότητα

Μειωμένη διαλυτότητα εμφανίζουν οι ρητινώδεις κονίες<sup>18</sup>. Αντίθετα οι κονίες φωσφορικού ψευδαργύρου έχουν ως μειονέκτημα την υψηλή διαλυτότητα<sup>38</sup>. Όσον αφορά τις υαλοϊονομερείς κονίες κατά την πρώιμη φόρτιση τους, έχουν αυξημένη διαλυτότητα. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε με στόχο την αξιολόγηση της διαλυτικής συμπεριφοράς ανάμεσα σε δυο composite ρητινώδεις κονίες, μια

ρητινώδη τροποποιημένη υαλοϊονομερή και μία composite προέκυψε ότι μεγαλύτερη διαλυτότητα εμφάνισε η τροποποιημένη υαλοϊονομερής και τη μικρότερη η composite<sup>43</sup>.

Η διαλυτότητα επηρεάζεται και από τη σύσταση της κονίας. Έτσι, η πολυκαρβοξυλική κονία αν είναι κατά την ανάμειξη πολύ λεπτόρρευση, έχει μεγάλη διαλυτότητα. Επειδή η συγκεκριμένη κονία έχει θιξότροπη συμπεριφορά, δηλαδή φαίνεται ημιστερεή αλλά αν πιεστεί συμπεριφέρεται σαν υγρό, η προσπάθεια να αποκτήσει λεπτόρρευση σύσταση κατά την ανάμειξη, προκαλεί μείωση της αντοχής και αύξηση της διαλυτότητας της<sup>18</sup>.

### Σκληρότητα

Είναι αποδεκτό ότι οι τροποποιημένες με ρητίνη υαλοϊονομερείς και οι ρητινώδεις κονίες έχουν αρκετά υψηλότερη σκληρότητα από τις υπόλοιπες. Η πρόωρη επαφή με σάλιο ή νερό επηρεάζει αρκετά την σκληρότητα της υαλοϊονομερούς και οξυφωσφορικής

(μειώνοντάς την περίπου στη μισή), ενώ φαίνεται να μην επηρεάζει τις ρητινώδεις κονίες<sup>44</sup>.

Σε έρευνα όπου μελετήθηκε η διαλυτότητα και η σκληρότητα τεσσάρων κονιών (φωσφορικού ψευδαργύρου, υαλοϊνομερούς, τροποποιημένης με ρητίνη υαλοϊνομερούς και ρητινώδους) σε μέσο επώασης που περιείχε *Streptococcus mutans* διαπιστώθηκε ότι η ρητινώδης δεν παρουσίασε σημαντική διαλυτότητα και η σκληρότητά της αυξήθηκε μετά την έκθεση και την έκπλυση, ενώ η κονία φωσφορικού ψευδαργύρου ήταν η πλέον διαλυτή και η σκληρότητα της μειώθηκε μετά την έκθεση στο μέσο καλλιέργειας<sup>45</sup>.

### **Τάσεις κατά τον πολυμερισμό**

Η συρρίκνωση των οξυφωσφορικών στό στόμα κατά τη σκλήρυνση τους είναι της τάξης του 0,03-0,06%, ενώ των πολυκαρβοξυλικών περίπου 4 φορές μεγαλύτερη<sup>46</sup>. Τόσο οι συμβατικές υαλοϊνομερείς όσο και οι τροποποιημένες εμφανίζουν συστολή πολυμερισμού, ενώ οι ρητινώδεις παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές. Η ανάπτυξη τάσεων λόγω της συστολής είναι μεγαλύτερες στις φωτοπολυμεριζόμενες σε σχέση με τις χημικώς πολυμεριζόμενες κονίες.

Η παρουσία υγρασίας μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, ανακουφίζει τις τάσεις κατά τη πήξη και προλαβαίνει τη δημιουργία καταγμάτων στη μάζα του υλικού. Τέλος, σύμφωνα με έρευνα, διαπιστώθηκε ότι ανάμεσα σε μία οξυφωσφορική, τρεις αυτοπολυμεριζόμενες ρητινώδεις και μία διπλού πολυμερισμού, οι τιμές της συστολής κυμάνθηκαν μεταξύ 1,34% με 4,62%, με την οξυφωσφορική κονία να εμφανίζει τη χαμηλότερη τιμή<sup>47</sup>.

### **Ερπυσμός**

Είναι η μόνιμη παραμόρφωση που εξαρτάται από τον χρόνο. Η ιδιότητα αυτή των κονιών προκύπτει λόγω συνεχών φορτίσεων και θερμοκρασιακών μεταβολών. Οι κονίες με βάση τον ψευδάργυρο εμφανίζουν σχετικά μικρή παραμόρφωση<sup>48</sup>, ενώ αυτή είναι μεγαλύτερη στις τροποποιημένες σε σχέση με τις ρητινώδεις<sup>49</sup>.

Σε σχετική έρευνα μελετήθηκε μεταξύ άλλων ο ερπυσμός τεσσάρων ρητινώδων κονιών. Βρέθηκε ότι κανένα από τα υλικά δεν εμφάνισε πλήρη ανάκτηση διαστάσεων μετά από δοκιμές ερπυσμού. Η μόνιμη παραμόρφωση κυμάνθηκε από 0,43% έως 5,53%<sup>50</sup>, με τις μετρήσεις να επηρεάζονται σημαντικά από την ένταση, το χρόνο φόρτισης και τη θερμοκρασία. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι σε αποκαταστάσεις έντονης φόρτισης πιθανόν να επηρεάζονται αρνητικά οι ιδιότητες της κονίας.

### **ΚΛΙΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

#### **1. Ψευδαργυροφωσφορική κονία**

Κατά την ανάμειξη σκόνης/υγρού η αντίδραση είναι οξεοβασική και εξώθερμη. Η ενσωμάτωση των κόκκων γίνεται με προσθήκη μικρών ποσοτήτων σκόνης στο υγρό πάνω σε μεγάλη γυάλινη πλάκα. Οι εκτεταμένοι πόροι και τα επιφανειακά στρώματα κρυστάλλων, επηρεάζουν την αντοχή και συγκόλληση της. Οι περίσσειες απομακρύνονται μετά την πλήρη πήξη της. Ιδανικό πάχος φιλμ είναι 25 μm<sup>39</sup>. Χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως βασική κονία για στεφάνες και μερικές οδοντοστοιχίες. Αποτελεί μία από τις πρώτες επιλογές για μηχανική συγκράτηση των μεταλλικών ενδορριζικών αξόνων σύμφωνα με τα κλινικά αποτελέσματα και την ευκολία



στην χρήση της. Όσον αφορά τη διατήρηση, τα μπουκαλάκια του υγρού δεν πρέπει να μένουν ανοιχτά γιατί χάνουν λόγω εξάτμισης το νερό, με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται η πήξη της κονιάς.

## **2. Κονία οξειδίου του ψευδαργύρου – ευγενόλης**

Σημαντικό μειονέκτημά της είναι ότι η ευγενόλη αναστέλλει τον πλήρη πολυμερισμό των ρητινώδων υλικών που επιλέγονται για την αποκατάσταση ή το κολόβωμα. Χρησιμοποιείται κυρίως για προσωρινή συγκόλληση μεταβατικών ή μόνιμων αποκαταστάσεων λόγω της καταπραϋντικής επίδρασης της ευγενόλης στον πολφό (χωρίς να έρχεται σε επαφή με αυτόν), της αντιμικροβιακής και αντιφλεγμονώδους δράσης της. Η χρήση της τελευταία έχει περιοριστεί<sup>39</sup>.

## **3. Κονία οξειδίου του ψευδαργύρου–ευγενόλης και αιθοξυβενζοϊκού (EBA cement)**

Έχει περιορισμένη χρήση για μόνιμη συγκόλληση σε μεμονωμένες κατασκευές στεφανών με καλή μηχανική στήριξη, σε νεαρά δόντια ή σε δόντια με μεγάλο πολφό (γενικά σε παρασκευασμένα δόντια με μεγάλη ευαισθησία)<sup>2</sup>.

## **4. Πολυκαρβοξυλική κονία**

Η ανάμειξη της είναι δύσκολη λόγω του υψηλού ιξώδους του υγρού και έχει μικρό χρόνο εργασίας και πήξης. Τυχόν περίσσειες αφαιρούνται μετά την πήξη της κονιάς, έχοντας προσπεράσει την ελαστική φάση. Χρησιμοποιείται στη μόνιμη συγκόλληση των στεφανών, γεφυρών, ενθέτων, επενθέτων και των ορθοδοντικών συσκευών. Συνδέεται καλά με τα περισσότερα κράματα (πχ ανοξείδωτος χάλυβας) αλλά όχι με

χρυσό. Το πάχος του ιδανικού φιλμ είναι 25μm<sup>39</sup>.

## **5. Υαλοϊονομερής κονία**

Η αναλογία σκόνης/νερού καθορίζει τη σύσταση της (επίχρισμα ή βάση). Συγκολλάται καλά με τους οδοντικούς ιστούς και με μεταλλικές επιφάνειες. Χημικά συνδέεται με ανοξείδωτο χάλυβα, βασικά μέταλλα και επιχρισμένα ευγενή μέταλλα, αλλά όχι με καθαρά ευγενή μέταλλα ή γυαλισμένη πορσελάνη<sup>53</sup>. Οι χρήσεις περιλαμβάνουν μόνιμη συγκόλληση στεφανών, γεφυρών, ενθέτων, επενθέτων, αξόνων και ορθοδοντικών συσκευών.

Όταν το υγρό είναι πολυκαρβοξυλικό οξύ, οι χρόνοι εργασίας και πήξης είναι μικρότεροι και η επιφάνεια του δοντιού πρέπει να είναι ελαφρώς ενυδατωμένη και καθαρή για την μέγιστη συγκόλληση. Κατά την χρήση πρέπει να προστατεύεται από υγρασία για 5 λεπτά το ελάχιστο, για να επιτευχθούν οι καλύτερες δυνατές μηχανικές ιδιότητες. Μετά την πήξη αφαιρούνται τυχόν περίσσειες, πριν αυτό καταστεί δύσκολο, λόγω ισχυρής συγκόλλησης με την επιφάνεια του δοντιού. Το αρχικό χαμηλό pH που εμφανίζουν τα υαλοϊονομερή συμβάλλει στην μετεπεμβατική ευαισθησία<sup>39</sup>.

## **6. Ρητινώδης κονία**

Η φωτοπολυμεριζόμενη κονία προτιμάται όταν η αποκατάσταση επιτρέπει την διέλευση φωτός, όπως σε προστομιακές όψεις, αποδίδοντας και καλή χρωματική σταθερότητα. Σε αποκαταστάσεις αδιαφανείς, μεγάλου πάχους, πολυμερών ενθέτων/επενθέτων και αξόνων προτείνεται η χημικά πολυμεριζόμενη. Απαραίτητη κρίνεται η αφαίρεση περισσειών πριν την πλήρη πήξη. Ανάλογα με το ιξώδες στο εμπόριο διατίθενται: λεπτόρρευστη



(χαμηλό ιξώδες) και παχύρρευστη (υψηλό ιξώδες). Κλινικά η λεπτόρρευστη εμφανίζει ευκολία στην συμπίεση για σωστή έδραση της αποκατάστασης σε συνδυασμό με την ευκολία απομάκρυνσης τυχόν περισσειών. Στου διπλού πολυμερισμού ξεκινά ο πολυμερισμός με την ανάμειξη. Οι ρητινώδεις κονίες διαθέτουν ειδικό συγκολλητικό σύστημα, ανάλογα με το οποίο διαφέρει η προετοιμασία δοντιού και ο τύπος συγκράτησης. Ορισμένες κονίες για να τοποθετηθούν προϋποθέτουν απομάκρυνση ζώνης ξεσμάτων, αδροποίηση αδαμαντίνης, οδοντίνης και εφαρμογή του ενεργοποιητή και συγκολλητικής κονίας. Ωστόσο υπάρχουν κονίες που ενσωματώνουν στο στρώμα συγκόλλησης την ζώνη ξεσμάτων, με αδροποίηση κάποιες φορές μόνο της αδαμαντίνης. Σ' αυτή την κατηγορία περιέχονται και οι αυτό – συγκολλούμενες, οι οποίες περιέχουν μονομερή που προκαλούν αδροποίηση και λειτουργούν σαν συγκολλητικά συστήματα 7ης γενιάς όπως MDP, 4-META<sup>54</sup>. Ανάλογη επεξεργασία χρειάζονται πριν την τοποθέτηση τους οι αποκαταστάσεις. Αν πολυμερείς: Αμμοβόληση με οξείδιο

αργιλίου και τοποθέτηση συγκολλητικού τύπου με μονομερές συγγενές του υλικού ή σιλάνιο. Αν κεραμικές με υαλώδη φάση: αδροποίηση με υδροφθορικό οξύ και τοποθέτηση σιλανίου. Αν κεραμικές με κρυσταλλικές φάσεις μόνο αμμοβόληση. Χρησιμοποιείται για την συγκόλληση έμμεσων αποκαταστάσεων: μεταλλικές (χρυσές), ένθετα και επένθετα, συμπεριλαμβανομένων των αποκαταστάσεων πλήρους κάλυψης με βάση ενισχυμένη όπως με ζirkόνιο, συγκόλληση αξόνων με πολυμερείς επικαλύψεις<sup>33</sup>. Καλό θα ήταν να μην υπάρχουν υπολείμματα ευγενολούχων φυραμάτων από εμφράξεις των ριζικών σωλήνων, που θα εμποδίσουν τον πολυμερισμό, ούτε τυχόν μικροκενά κατά την πλήρωση<sup>55</sup>. Εμπόδιο μπορεί να αποτελέσει και η απουσία οξυγόνου εντός ριζικού σωλήνα, οδηγώντας σε ταχύτερο πολυμερισμό ρητινώδης κονίας. Η χρήση ρητινώδων κονιών μοιάζει πολύπλοκη, όμως εμφανίζει την καλύτερη συγκράτηση<sup>39</sup>. Συγκεντρωτικά οι συγκρίσεις των οδοντιατρικών κονιών παρατίθενται στον **Πίνακα 1**.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΟΞΥ ΦΩΣΦΟΡΙ ΚΗ	ΠΟΛΥ- ΚΑΡΒΟΞΥΛ ΙΚΗ	ΥΑΛΟΪΟΝ Ο -ΜΕΡΗΣ	ΡΗΤΙΝΩΔΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗ ΜΕΝΗ	ΡΗΤΙΝΩΔΗΣ
Αντοχή στη θλίψη (Μρα)	62-101	67-91	122-162	40-141	194-200
Αντοχή στον εφελκυσμό (Μρα)	5-7	8-12	6-7	13-24	23
Μέτρο ελαστικότητας	13	4-5	8-11	2,5-7,8	2,1-3,1
Διαλυτότητα στο πρώτο 24h	0,2%	0,06%	0,4-1,5 %	0,07-1,4 %	0-0,01%

Ερεθισμός πολφού	Ανάλογα	Χαμηλός	Υψηλός	Υψηλός	Υψηλός
Μικροδιείσδυση	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Ώρα εργασίας(min)	1,5-5	1,5-2,5	2,5-5	2-4	3-10
Χρόνος πήξης (min)	5-14	6-9	6-9	2	3-7

**Πίνακας 1.** "Σύγκριση βιολογικών και μηχανικών ιδιοτήτων οδοντιατρικών κονιών"

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καθώς οι αισθητικές, βιολογικές, αλλά και μηχανικές απαιτήσεις αυξάνονται, η εξέλιξη στα σύγχρονα συστήματα των οδοντιατρικών κονιών είναι πλέον αδιαμφισβήτητη. Η μετάβαση από την εποχή της επίτευξης απλού μηχανικού "κλειδώματος" της αποκατάστασης στην εποχή της δυνατότητας ανάπτυξης πλέον μηχανισμού χημικού δεσμού μεταξύ δοντιού-κονίας-αποκατάστασης έχει επεκτείνει τα όρια της κλινικής οδοντιατρικής. Μια ιδανική

συγκολλητική κονία τη σημερινή εποχή θα πρέπει να έχει εξάλλου επαρκείς βιολογικές αλλά και μηχανικές ιδιότητες για να ανθίσταται σε διάφορες καταστάσεις λειτουργικής φόρτισης κατά τη διάρκεια ζωής της αποκατάστασης. Ωστόσο, πρέπει να τονίσουμε ότι δεν υπάρχει η τέλεια κονία και παρότι η επιλογή της καταλληλότερης αποτελεί συνήθως «πονοκέφαλο» για τον οδοντίατρο, ο κάθε κλινικός οφείλει να είναι σε θέση να επιλέξει την ορθότερη με βάση τις ενδείξεις.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. P. Baldissara, G. Comin, F. Martone, R. Scotti. *Comparative study of the marginal leakage of six cements in fixed provisional crowns*. J. Prosthet Dent. 1998, 80: 417422.
2. Δημήτριος Π. Ανδρισάκης. *Ακίνητη Επανορθωτική Οδοντιατρική*. Οδοντιατρικές εκδόσεις Σπύρος Ζαχαρόπουλος. 2016, 34: 555-565.
3. EE Hill. *Dental Cements for Definitive Luting: a review and practical clinical considerations*. Dent Clin North Am. 2007, 51: 643-658.
4. Pritam P. Lad, Maya Kamath, Kavita Tarale, Preethi B. Kusugal. *Practical clinical considerations of luting cements:A review*. Journal of International Oral Health. 2014, 8:8-9.
5. Horn HR. *The cementation of crowns and fixed partial dentures*. Dent Clin North Am.1965, 23: 65-81.
6. D.O. Myatt. *The development of a zinc phosphate dental cement*, University of Louisville-Electronic theses and dissertations. Paper 1850, 1938, II: 9-12.
7. S.C. Bayne, J.L. Ferracane, G.W. Marshall, S.J. Marshall, R. van Noort. *The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond*. Journal of Dental Research. 2019, Vol.98 (3): 257-265.
8. Smith D.C. *A new dental cement*. Br. Dent. J. 125:381, 1968.
9. A.D. Wilson, B.E. Kert. *The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material*. Journal of Applied Chemistry and Biotechnology. Volume21, Issue 11: 313342.
10. Mitra SB, Creo AL. *Fluoride release from light-cure and self-cure glass ionomers*. J Dent Res. 1989, 68: 274
11. S.E.P. Goncaves, E. Bresciani. *Material-Tissue Interfacial Phenomena*. Elsevier Ltd. 2017, 2: 23-66.
12. Michelle Sunico-Segarra, Armin Segarra. *A Practical Clinical Guide to Resin Cements*. Springer. 2015, 1: 3-7.Servais GE, Cartz L. *Structure of zinc phosphate dental cement*. J Dent Res. 1971;50(3):613-620

13. Jack L. Ferracane, *Materials in Dentistry: Principles and Applications*, 2001, 2d Edition, Lippincott Williams & Wilkins, ISBN 0-7817-2733-2
14. Richard van Noort, 2002, *Introduction to Dental Materials*, 2d Edition, Elsevier Health Sciences, ISBN 0-7234-3215-5
15. Simon JF, de Rijk WG. Dental cements. *Inside Dentistry*. 2006;2(2):42-47
16. Pameijer CH. A review of luting agents. *Int J Dent*. 2012;2012:752861.
17. Sita Ramaraju, D. V., et al. "A review of conventional and contemporary luting agents used in dentistry." *American Journal of Materials Science and Engineering* 2.3 (2014): 28-35.
18. PAMEIJER, C. H. *Biocompatibility of luting cements for dental applications*. In: *Biocompatibility of Dental Biomaterials*. Woodhead Publishing, 2017. p. 77-94.
19. Hill EE, Lott J. A clinically focused discussion of luting materials. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:67-76.
20. Vermeersch G, Leloup G, Delmée M, Vreven J. *Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: relationship between acidity and material setting phase*. *J Oral Rehabil*. 2005 May;32(5):368-74.
21. André V. Ritter, Lee W. Boushell, Ricardo Walter, editors. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. 7<sup>th</sup> ed. Missouri: Elsevier; 2018. p.476-77
22. Yadiki JV, Jampanapalli SR, Konda S, Inguva HC, Chimata VK. *Comparative Evaluation of the Antimicrobial Properties of Glass Ionomer Cements with and without Chlorhexidine Gluconate*. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2016 Apr-Jun;9(2):99-103.
23. Memarpour M, Mesbahi M, Rezvani G, Rahimi M. *Microleakage of adhesive and nonadhesive luting cements for stainless steel crowns*. *Pediatr Dent*. 2011 NovDec;33(7):501-4.
24. Rossetti PH, do Valle AL, de Carvalho RM, De Goes MF, Pegoraro LF. *Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents*. *J Appl Oral Sci*. 2008 Jan-Feb;16(1):64-9.
25. Oyagüe RC, Sánchez-Turióñ A, López-Lozano JF, Suárez-García MJ. *Vertical discrepancy and microleakage of laser-sintered and vacuum-cast implant-supported structures luted with different cement types*. *J Dent*. 2012 Feb;40(2):123-30.
26. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. *Cements for use in esthetic dentistry*. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr;51(2):453-71, x.
27. PISSAIA, Janes Francio; CORRER, Gisele Maria; GONZAGA, Carla Castiglia and CUNHA, Leonardo Fernandes da. *Influence of shade, curing mode, and aging on the color stability of resin cements*. *Braz. J. Oral Sci.* [online]. 2015, vol.14, n.4, pp.272275.
28. Silami FD, Tonani R, Alandia-Román CC, Pires-de-Souza Fde C. *Influence of Different Types of Resin Luting Agents on Color Stability of Ceramic Laminate Veneers Subjected to Accelerated Artificial Aging*. *Braz Dent J*. 2016 JanFeb;27(1):95-100.
29. Komal Ladha, Mahesh Verma. *Conventional and Contemporary Luting Cements: An Overview*. *J Indian Prosthodont Soc*. 2010 Jun; 10(2): 79–88.
30. Dental Tribune Greece. Μέτρο ελαστικότητας όμοιο με του δοντιού – ασφαλέστερη αποκατάσταση!. November 01, 2012.
31. Μαλεφάκης Μανώλης, Οδοντίατρος. ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΕΣ ΚΟΝΙΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ
32. Ms T, D J, R B. *Evaluation of Compressive Strength and Sorption/Solubility of Four Luting Cements*. *J Dent Biomater*. 2017 Jun;4(2):387-393.
33. Kubais Hachim. Al-Assaf ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΗΤΙΝΩΔΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΚΩΝ ΚΟΝΙΩΝ <http://ikee.lib.auth.gr/record/67344/files/gr-i-2007122.pdf>
- 34.B. Devi Parameswari, M. Rajakumar, G. Lambodaran, and Shyam Sundar. *Comparative study on the tensile bond strength and marginal fit of complete veneer cast metal crowns using various luting agents: An in vitro study*. *J Pharm Bioallied Sci*. 2016 Oct; 8(Suppl 1): S138–S143.
35. Piwowarczyk A, Lauer HC. *Mechanical properties of luting cements after water storage*. *Oper Dent*. 2003 Sep-Oct;28(5):535-42.
36. Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. *Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness*. *J Oral Rehabil*. 2001 Nov;28(11):1022-8.
37. Li Y, Lin H, Zheng G, Zhang X, Xu Y. *A comparison study on the flexural strength and compressive strength of four resin-*

- modified luting glass ionomer cements. *Biomed Mater Eng.* 2015;26 Suppl 1:S9-17.
38. Σ. ΦΕΛΙΚΙΔΗΣ, Κ. ΜΟΥΣΙΑΣ, Ε. ΚΟΝΤΟΝΑΣΑΚΗ, Δ. ΤΟΡΤΟΠΙΔΗΣ Βιβλιογραφική ανασκόπηση Οι κονίες προσκόλλησης στις σύγχρονες ολοκεραμικές αποκαταστάσεις 2014; 42: 25 – 38
  39. Κακάμπουρα Α, Βουγιουκλάκης Γ. Βασικές Αρχές Οδοντικής Χειρουργικής. Εκδόσεις Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6)
  40. Ιωάννα Σεμπέπου  
Διδακτορική διατριβή  
“Μελέτη της αλληλεπίδρασης ολοκεραμικών αποκαταστάσεων με συγκολλητικά συστήματα” Πειραματική μελέτη 2005
  41. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *J Dent Res.* 2018 Feb;97(2):132-139.
  42. Sokolowski G, Szczesio A, Bociong K, Kaluzinska K, Lapinska B, Sokolowski J, et al Dental Resin Cements-The Influence of Water Sorption on Contraction Stress Changes and Hydroscopic Expansion. *Materials (Basel).* 2018 Jun 8;11(6).
  43. Gerdolle DA, Mortier E, Jacquot B, Panighi MM. Water sorption and water solubility of current luting cements: an in vitro study. *Quintessence Int.* 2008 Mar;39(3):e107-14.
  44. Mojon P, Kaltio R, Feduik D, Hawbolt EB, MacEntee MI. Short-term contamination of luting cements by water and saliva. *Dent Mater.* 1996 Mar;12(2):83-7.
  45. de Menezes FC, Junior GT, de Oliveira WJ, Paulino Tde P, de Moura MB, da Silva IL, et al. Analysis of the properties of dental cements after exposure to incubation media containing Smutans. *JContemp Dent Pract.* 2011 Sep 1;12(5):385-91.
  46. Καφούσιας Ν. Μπαλιτζάκη Γ, Σταθόπουλος Α. Οδοντιατρικά βιοϋλικά. Εκδόσεις ΑΚΙΔΑ, Αθήνα 1994.
  47. Osman SA, McCabe JF, Walls AW. Polymerisation shrinkage of luting agents for crown and bridge cementation. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2008 Mar;16(1):3944.
  48. Wilson AD, Lewis BG. The flow properties of dental cements. *J Biomed Mater Res.* 1980 Jul;14(4):383-91.
  49. el Hejazi AA, Watts DC. Creep and viscoelastic recovery of cured and secondarycured composites and resin-modifiedglass-ionomers. *Dent Mater.* 1999 Mar;15(2):138-43.
  50. Tolidis K, Papadogiannis D, Papadogiannis Y, Gerasimou P. Dynamic and static mechanical analysis of resin luting cements. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2012 Feb;6:
  51. Dupuis V, Laviolle O, Potin-Gautier M, Castetbon A, Moya F *Biomaterials.* Solubility and disintegration of zinc phosphate cement. 1992; 13(7):467-70.
  52. Shillingburg H. *Cements.* In: *Fundamentals of Fixed Prosthodontics.* 3rd ed. Carol Stream, IL: Quintessence Publishing Co; 1997:400-405.
  53. Manso AP, Carvalho RM. Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: SelfAdhesive Resin Cements. *Dent Clin North Am.* 2017 Oct;61(4):821-834
  54. ΣΑΜΑΡΑ ΕΡΣΗ “Οι ρητινώδεις κονίες στη συγκόλληση αισθητικών αποκαταστάσεων (κεραμικών και πολυμερών)”
  55. Pinna R, Usai P, Filigheddu E, Garcia-Godoy F, Milia E. The role of adhesive materials and oral biofilm in the failure of adhesive resin restorations. *Am J Dent.* 2017 Oct;30

# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΟΛΟΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΔΙΠΥΡΙΤΙΚΟ ΛΙΘΙΟ

ΙΑΚΩΒΟΥ ΝΙΟΒΗ\*, ΚΟΥΣΚΟΥΚΗ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ\*,  
ΚΟΥΤΡΑ ΜΑΡΙΑ\*, ΚΟΥΦΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ-ΑΡΙΑΔΝΗ\*, ΚΥΡΑΝΤΩΝΗ  
ΕΙΡΗΝΗ-ΑΓΑΠΗ\*, ΛΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ\*

Έτος 2019-2020

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν η ανεύρεση τεκμηριωμένων ερευνών και απόψεων σχετικά με το διπυριτικό λίθιο, υλικό που χρησιμοποιείται στην προσθετική και επανορθωτική οδοντιατρική για την κατασκευή ολοκεραμικών αποκαταστάσεων. Στο πλαίσιο του μαθήματος της Ακίνητης Προσθετικής Ι, τον Απρίλιο του 2019 συγκροτήθηκε ομάδα στην Οδοντιατρική Σχολή Αθηνών, για τη συγγραφή της εργασίας, αναφορικά με κλινικές εφαρμογές αλλά και ιδιότητες του διπυριτικού λιθίου. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε σχετική βιβλιογραφική έρευνα σε βάθος 10 ετών. Συμπερασματικά το διπυριτικό λίθιο εμφανίζει άψογη αισθητική απόδοση και τις απαιτούμενες μηχανικές ιδιότητες που εξασφαλίζουν μακροβιότητα στις αποκαταστάσεις, με υψηλά ποσοστά επιβίωσης, αντοχή στην κάμψη και τη θραύση και ικανοποιητική οριακή προσαρμογή, ακόμα και σε πολύ λεπτό πάχος. Με βάση τα παραπάνω, φαίνεται πως αποτελεί ένα κατάλληλο υλικό που χρησιμοποιείται σε ευρύ φάσμα αποκαταστάσεων όπως προστομιακές και μασητικές όψεις, συμβατικές και επεμφυτευματικές στεφάνες, γέφυρες μέχρι τρία τεμάχια, ένθετα και επένθετα. Παρόλα αυτά, κατά την αναζήτηση των πηγών ήρθαν στο φως πτυχές του υπό εξέταση θέματος που δεν έχουν επαρκώς τεκμηριωθεί και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Διπυριτικό λίθιο, ολοκεραμικές στεφάνες, ένθετα, όψεις, γέφυρες.

## ABSTRACT

The aim of this literature review is the determination of documented researches and opinions about lithium disilicate, a ceramic material that is used in prosthodontics, especially for indirect restorations. Within the purposes of Fixed Prosthodontics I, in April 2019, a group was formed with the intention of writing this project, dealing with the clinical applications as well as the mechanical behavior of lithium disilicate. Therefore a bibliographic research that goes back up to 10 years was made. Summarizing, lithium disilicate provides excellent aesthetic attribution combined with the required mechanical properties that ensures the longevity of the restorations, with very high rates of surviving and flex breaking resistance, and satisfactory fit accuracy, even in thin constructions, which also fulfils the medical needs for less aggressive restorations. By taking the above into consideration, we reach to the conclusion that this material is appropriate for specific restorations, such as veneers (interpersonal and occlusal), conventional and implant crowns, bridges (usually up to three pieces), inlays and onlays. Nevertheless, during the research for scientific sources we came up with aspects that are not sufficiently substantiated and require further investigation.

**KEY WORDS:** Lithium Disilicate, All-ceramic Crowns, Inlays, Veneers, Bridges.

\*Προπτυχιακοί φοιτητές της Οδοντιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αλλαγές που έχουν σημειωθεί στην κοινωνία τα τελευταία χρόνια, συμπεριλαμβανομένων της αύξησης του μέσου προσδόκιμου ζωής, των κοινωνικών υποχρεώσεων αλλά και των αισθητικών απαιτήσεων του σύγχρονου ανθρώπου έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην άσκηση της οδοντιατρικής επιστήμης. Οι ανάγκες και οι απαιτήσεις που επιβάλουν τα σύγχρονα πρότυπα ομορφιάς έχουν οδηγήσει στην επιθυμία εύρεσης ενός ιδανικού υλικού που θα είναι κατάλληλο για όλους τους τύπους των αποκαταστάσεων. Κάτι τέτοιο δεν είναι φυσικά επιτεύξιμο, και έτσι οι έρευνες τείνουν να προσανατολίζονται στις συγκεκριμένες ιδιότητες που θα καταστήσουν ένα υλικό ως εκλογή για κάποια συγκεκριμένη αποκατάσταση, λαμβάνοντας πάντα υπόψιν τις ανάγκες, τις επιθυμίες αλλά και τις δυνατότητες του κάθε ασθενή ξεχωριστά.

Οι πιο πρόσφατες εξελίξεις που έχουν σημειωθεί στον παγκόσμιο χώρο της οδοντιατρικής έρευνας αφορούν στα κεραμικά υλικά και ειδικότερα στις ολοκεραμικές αποκαταστάσεις. Είναι λογικό οι αποκαταστάσεις αυτές να υπερτερούν σε σύγκριση με τις μεταλλοκεραμικές στον αισθητικό τομέα, καθότι η απουσία μεταλλικού σκελετού και η χρήση εξ ολοκλήρου λευκών αισθητικών υλικών καθιστά το αποτέλεσμα ιδιαίτερα φυσικό. Ένα από τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα από μεγάλο αριθμό κλινικών οδοντιάτρων και το οποίο εμφανίζει ιδιαίτερα ικανοποιητικές φυσικομηχανικές ιδιότητες και πιο συγκεκριμένα μακροχρόνια αντοχή στην στοματική λειτουργία είναι το διπυριτικό λίθιο ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ).

Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχει αυτή την στιγμή διαθέσιμος επαρκής αριθμός ερευνητικών εργασιών που να

περιγράφουν την συμπεριφορά του υλικού μετά το πέρας των 10 ετών. Ένα ακόμα σημαντικό κενό στην τεκμηρίωση της χρήσης του έγκειται στην έλλειψη εμπειριστατωμένης και οριστικής απόφασης σχετικά με τα κλινικά αποτελέσματα της χρήσης τέτοιων αποκαταστάσεων, ειδικότερα μεγάλου μήκους, στην οπίσθια ζώνη, γεγονός που έχει προκαταβάλει αξιοσημείωτο αριθμό κλινικών αρνητικά ως προς την χρήση του. Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να εντοπιστούν οι ιδιότητες του συγκεκριμένου υλικού που έχουν άμεση σύνδεση με την χρήση του στην οδοντιατρική, καθώς και σε ποιές, τελικά, αποκαταστάσεις μπορεί με ασφάλεια να εφαρμοστεί.

## ΜΕΘΟΔΟΙ- ΥΛΙΚΑ

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την συγκέντρωση της απαραίτητης βιβλιογραφίας περιλάμβανε την αναζήτηση αξιόπιστων πηγών σε βάθος 10ετίας, με την χρήση μηχανών αναζήτησης, όπως το PubMed αλλά και το google scholar. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση πληροφοριών ήταν: Lithium Disilicate, All-ceramic Crowns, Inlays, Veneers, Bridges.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Είναι γεγονός ότι τις τελευταίες δεκαετίες σημειώθηκαν εντυπωσιακές εξελίξεις στον τομέα των οδοντιατρικών κεραμικών, τόσο στις ιδιότητες των υλικών όσο και στις τεχνικές κατασκευής τους. Μεταξύ αυτών ήταν και η εισαγωγή των υαλοκεραμικών, η οποία υπήρξε καθοριστική για την πορεία της προσθετικής καθότι τα υλικά αυτά διαθέτουν εξαιρετικές αισθητικές και μηχανικές ιδιότητες που τα καθιστούν σπουδαίο εργαλείο στα χέρια των σύγχρονων οδοντιάτρων.



Το διπυριτικό λίθιο ( $2\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$ ) εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1990 ως θερμοσυμπιεζόμενο υλικό με την εμπορική ονομασία IPS™ Empress 2 (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein). Το Empress 2 ταξινομήθηκε στα υαλοκεραμικά υλικά, περιέχοντας 70% διπυριτικό λίθιο υπό κρυσταλλική μορφή. Σε μία προσπάθεια αναμόρφωσης και τελειοποίησης του Empress 2, το 2006 κυκλοφόρησε μία νέα κεραμική σύνθεση με την εμπορική ονομασία IPS™ e.Max Press, το οποίο έως το 2009 είχε αντικαταστήσει πλήρως την αρχική μορφή. Καθώς η οδοντιατρική εισήλθε στην ψηφιακή εποχή οι νέες δυνατότητες στους τομείς του σχεδιασμού και της κατασκευής οδήγησαν, το 2006, στην δημιουργία του IPS™ e.Max CAD με τη χρήση της τεχνικής CAD/CAM. Λόγω της αισθητικής απόδοσης, της εντυπωσιακής αντοχής και της ευκολίας στο χειρισμό της με την τεχνική PRESS και CAD, η χρήση του IPS™ e.Max CAD έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια καθώς παρέχεται η δυνατότητα επιλογής από ένα ευρύ φάσμα βαθμίδων διαφάνειας σύμφωνα με τις εξατομικευμένες ανάγκες των ασθενών και τις προτιμώμενες τεχνικές εργασίας από τους οδοντιάτρους.<sup>[1][2][25]</sup>

## ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η κρυσταλλική φάση των κεραμικών με βάση το διπυριτικό λίθιο αποτελείται από 70% κρυστάλλους διπυριτικού λιθίου ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ). Στην υαλώδη μάζα και ορθοφωσφορικούς κρυστάλλους ( $\text{Li}_2\text{PO}_4$ ) σε μικρότερη περιεκτικότητα. Ο τυχαίος προσανατολισμός των κρυστάλλων και το βελονοειδές σχήμα τους συμβάλλουν στην εκτροπή διάδοσης των ρωγμών αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την αντοχή στην κάμψη που φτάνει τα 650-450MPa

(Albakry και συν.,2003 Guazzato και Swain,2003)<sup>[3][4]</sup>

## ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το υαλοκεραμικό σύστημα διπυριτικού λιθίου (IPS e.max) στην τυπική του σύσταση αποτελείται από χαλαζία ( $\text{SiO}_2$ ), οξείδιο του φωσφόρου ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), αλουμίνα ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), οξείδιο του καλίου ( $\text{K}_2\text{O}$ ) και άλλα οξείδια. Για την κατασκευή του συστήματος χρησιμοποιείται η διαδικασία συμπίεστικής χύτευσης (τεχνολογία υάλου) κατά την οποία τα παραπάνω συστατικά αναμειγνύονται και τήκονται μέχρι την επίτευξη ενός συγκεκριμένου ιξώδους. Με το υαλικό αυτό τήγμα πληρώνονται καλούπια (ingots ή blocks) για την εξασφάλιση του επιδιωκόμενου σχήματος, ενώ στη συνέχεια το υλικό αφήνεται να κρυσώσει μέχρι μια ορισμένη θερμοκρασία για να αποφευχθούν οι ατέλειες στη μάζα του. Τέλος, ακολουθεί η δημιουργία του κρυσταλλικού πλέγματος. Ανάλογα με το ποσοστό κρυστάλλωσης δημιουργούνται τρεις διαφορετικές δομές: Α)Ορθοπυριτικό λίθιο(Lithium orthosilicate) Β)ολικά πυροσυσσωματωμένο διπυριτικό λίθιο (Lithium disilicate-e.max press) και Γ)Μετασταθείς κρύσταλλοι πυριτικού λιθίου (Lithium metasilicate-e.max CAD) <sup>[5]</sup>

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΖΙΡΚΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΠΥΡΙΤΙΚΟΥ ΛΙΘΙΟΥ

### Αντοχή και προσδόκιμο επιβίωσης

Υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά πολυάριθμα ολοκεραμικά συστήματα, εκ των οποίων ιδιαίτερο ενδιαφέρον εμφανίζουν το διπυριτικό λίθιο και η ζirkονία. Οι στεφάνες από διπυριτικό λίθιο είναι μονολιθικές σε αντίθεση με τις στεφάνες από ζirkονία οι οποίες προκειμένου να επιτύχουν αντίστοιχα αισθητικά αποτελέσματα θα πρέπει να

επενδυθούν με ένα σχετικά αδύναμο κεραμικό υλικό. Εξαιτίας αυτής της θεμελιώδους διαφοράς το διπυριτικό λίθιο φαίνεται να υπερτερεί όσον αφορά την αντοχή, καθώς εμφανίζει σημαντικά λιγότερες επιπλοκές σε βάθος χρόνου.<sup>[6]</sup> Αναλυτικότερα, η αντοχή στην κάμψη του διπυριτικού λιθίου υπολογίζεται στα 400MPa ενώ της ζirkονίας στα 1000MPa, η τιμή όμως των αισθητικών κεραμικών επικάλυψής της είναι σημαντικά μικρότερη, στα 100MPa. Λαμβάνοντας υπόψιν τα ανωτέρω, μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα πως οι στεφάνες από διπυριτικό λίθιο εμφανίζονται καλύτερες στις δοκιμασίες κόπωσης.<sup>[6]</sup>

#### **Δυνατότητα προσομοίωσης των οπτικών ιδιοτήτων των φυσικών δοντιών**

Οι υψηλές αισθητικές απαιτήσεις του σύγχρονου ασθενή οδηγούν στην ανάγκη πλήρους προσομοίωσης των διαστάσεων, της υφής και των χρωμάτων των φυσικών δοντιών καθώς και επίτευξης πανομοιότυπης οπτικής συμπεριφοράς από τα τεχνητά. Μια θεμελιώδης διαφορά μεταξύ του διπυριτικού λιθίου και της ζirkονίας εντοπίζεται στην διαφάνεια του υλικού. Οι αποκαταστάσεις από ζirkονία, εξαιτίας της υψηλότερης περιεκτικότητας σε κρυστάλλους, είναι αξιοσημείωτα λιγότερο διαφανείς σε σύγκριση με αυτές από διπυριτικό λίθιο. Παρόλα αυτά, σε πολλές κλινικές περιπτώσεις η σχετική αυτή αδιαφάνεια αποτελεί ζητούμενο. Συγκεκριμένα σε περιστατικά δυσχρωμικών δοντιών ή δοντιών που έχουν αποκατασταθεί με μεταλλικούς άξονες, απαιτείται το «καμουφλάρισμα» τους ώστε το αισθητικό αποτέλεσμα να είναι αποδεκτό. Παρόλο που η ζirkονία εμφανίζει εγγενώς σχετική αδιαφάνεια, με τις κατάλληλες προσμίξεις είναι δυνατή η ικανοποιητική εφαρμογή και

του διπυριτικού λιθίου σε τέτοια περιστατικά.

Η μελέτη της Santos και συν. κατέδειξε ότι οι βαθμοί αδιαφάνειας και διαφάνειας καθώς και ο τόνος των αποκαταστάσεων διπυριτικού λιθίου δεν επηρεάζουν την αντοχή του στην κάμψη.<sup>[6][7]</sup>

#### **ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

Το διπυριτικό λίθιο αποτελεί ένα υλικό υψηλής αισθητικής και σκληρότητας που μπορεί να ανταπεξέλθει ικανοποιητικά σε όλες τις περιοχές του φραγμού με μερικούς ίσως περιορισμούς ως προς το μήκος της αποκατάστασης. Ένα από τα στοιχεία που εμφανίζει ιδιαίτερη κλινική σημασία είναι η διατήρηση της απαιτούμενης μηχανικής αντοχής του υλικού ακόμα και σε αποκαταστάσεις πάχους 0,3mm, ενώ είναι δυνατή και η μη παρασκευή οδοντικής ουσίας, όταν ο απαιτούμενος χώρος είναι εξασφαλισμένος από την μορφολογία του φυσικού δοντιού. Όσον αφορά την διαδικασία που ακολουθείται για την συγκόλληση των αποκαταστάσεων διπυριτικού λιθίου, αυτή περιλαμβάνει την αδροποίηση με φωσφορικό οξύ 37% για 15 δευτερόλεπτα και των επιφανειών του παρασκευασμένου δοντιού και επιπλέον αδροποίηση της εσωτερικής επιφάνειας της αποκατάστασης με υδροφθόριο για 20 δευτερόλεπτα, έκπλυση και στέγνωμα και στην συνέχεια σιλιανοποίηση.<sup>[8]</sup> Έρευνες έδειξαν πως για την συγκόλληση των στεφανών η κονία εκλογής είναι η φωτοπολυμεριζόμενη ρητινώδης, καθώς παρουσιάζει την καλύτερη συγκράτηση. Αυτό οφείλεται τόσο στην ικανότητα της να καλύπτει τους ελλειμματικούς χώρους και να αποτρέπει τη διάδοση των ρωγμών, όσο στις εξαιρετικές μηχανικές της ιδιότητες (αυξημένη αντοχή και μειωμένη απορρόφηση νερού).<sup>[9]</sup>

## Όψεις

Ένας από τους βασικούς και ιδιαίτερα απαιτητικούς στόχους της σύγχρονης οδοντιατρικής είναι η προσφορά του καλύτερου δυνατού αισθητικού αποτελέσματος στον ασθενή, θυσιάζοντας όμως τον μικρότερο δυνατό όγκο υγιών οδοντικών ιστών. Σε περιπτώσεις δυσχρωμιών, διαστημάτων, απώλειας οδοντικής ουσίας από αποτριβή ή διάβρωση και άλλων αντίστοιχων προβλημάτων κυρίως στην πρόσθια ζώνη, η αποκατάσταση που συχνότερα επιλέγεται είναι οι όψεις. Όταν το υλικό κατασκευής τους είναι το διπυριτικό λίθιο προκύπτουν είτε με την τεχνική PRESS είτε με την τεχνική CAD/CAM σε μια μόνο συνεδρία. Η τεχνική αυτή απαιτεί την προσθήκη υλικού πάχους 0,3-0,5mm προστομιακά και 1,5mm κοπτικά, τιμές αξιοσημείωτα μικρές.<sup>[10][11]</sup> Παράλληλα τα ποσοστά αποτυχίας τους είναι εξαιρετικά χαμηλά, μόλις 1,3% για μονολιθικές και 1,53% για τις διαστρωματικές όψεις.<sup>[12]</sup> Μια υποκατηγορία των όψεων είναι και οι μασητικές, οι οποίες καλούνται να αποκαταστήσουν απώλειες οδοντικής ουσίας στα μασητικά φύματα όταν πλέον η οδοντίνη είναι εκτεθειμένη. Λόγω του λεπτού πάχους του υλικού που χρησιμοποιείται και των μεγάλων δυνάμεων μάσησης στην περιοχή, η εφαρμογή κεραμικών υλικών αντιμετωπίζεται με επιφυλακτικότητα, το διπυριτικό λίθιο παρ' όλα αυτά, με τις ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν, αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο υλικό και για τέτοια περιστατικά. Από τα ανωτέρω φαίνεται ότι, όταν οι αποκαταστάσεις κατασκευάζονται από διπυριτικό λίθιο, οι αρχικοί αισθητικοί και βιολογικοί στόχοι ικανοποιούνται σε μεγάλο βαθμό.

## Στεφάνες

Οι ολοκεραμικές στεφάνες χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην

αισθητική επανορθωτική οδοντιατρική ως εναλλακτική λύση έναντι των μεταλλοκεραμικών στεφανών, λόγω της καλύτερης αισθητικής απόδοσής τους. Από τα πρώτα κεραμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή μεμονωμένων στεφανών, ιδιαίτερα στην πρόσθια περιοχή, ήταν τα θερμοσυμπιεζόμενα κεραμικά τύπου Empress, τα οποία παρουσιάζουν υψηλή χρωματική ποικιλία, εξασφαλίζοντας έτσι την απαιτούμενη αισθητική απόδοση και διαφάνεια. Όσον αφορά την αξιοπιστία αυτού του είδους των αποκαταστάσεων τα ποσοστά επιβίωσης των ολοκεραμικών στεφανών είναι 97.4 % -100% στα 5 χρόνια, 94.8 % στα 8 χρόνια 95.5%-97% στα 10 χρόνια.<sup>[4]</sup> Οι στεφάνες από διπυριτικό λίθιο, αντίστοιχα, παρουσιάζουν σημαντική σταθερότητα για πάνω από 9 χρόνια και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στην πρόσθια όσο και στην οπίσθια περιοχή. Πιο συγκεκριμένα οι Rauck et. al ερεύνησαν την 10ετή παρουσία των στεφανών από διπυριτικό λίθιο και πρότειναν ανεπιφύλακτα τη χρήση τους και στην οπίσθια περιοχή.<sup>[13]</sup> Το δόντι το οποίο πρόκειται να αποκατασταθεί πρέπει αρχικά να υποβληθεί στην απαραίτητη προετοιμασία, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή για της ολοκεραμικές αποκαταστάσεις. Συγκεκριμένα πραγματοποιείται παρασκευή τουλάχιστον 2mm μασητικά στην περιοχή των λειτουργικών φυμάτων, 1,5mm στην περιοχή των μη λειτουργικών και στην κεντρική αύλακα και 1,2mm στην παρειακή και υπερώια ή γλωσσική επιφάνεια. Ακόμη δημιουργείται κυκλικό βάθρο υπό γωνία 10 με 30 μοίρες και πλάτους τουλάχιστον 1χιλ.<sup>[14][15][8]</sup> Σύμφωνα με τις γενικές οδηγίες για την παρασκευή δοντιών προς υποδοχή στεφάνης, θα πρέπει σε αυτό το σημείο να εξασφαλιστεί πως το δόντι πληρεί τις

προϋποθέσεις για την συγκράτηση της αποκατάστασης και εφόσον αυτό δεν είναι άμεσα επιτεύξιμο, όπως σε δόντια με σημαντική απώλεια οδοντικών ιστών λόγω τερηδόνας ή κατάγματος, να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα υλικά για την συγκράτηση της τελικής μυλικής αποκατάστασης.<sup>[14][4][15][8]</sup> Σχετικά με την οριακή προσαρμογή και το κενό μεταξύ αποκατάστασης και παρασκευασμένου δοντιού, έχει πλέονδειχθεί πως η κατασκευή στεφανών από διπυριτικό λίθιο με την τεχνολογία CAD/CAM παρουσιάζει καλύτερες ιδιότητες έναντι της κατασκευής με τις συμβατικές τεχνολογίες.<sup>[16]</sup> Αξίζει ακόμα να σημειωθεί πως από το υλικό αυτό είναι δυνατή η κατασκευή όχι μόνο των συμβατικών, αλλά και των επιεμφυτευματικών στεφανών.

### **Γέφυρες**

Όσον αφορά τις γέφυρες η αξιοπιστία αυτού του υλικού έχει αποδειχθεί σε πολλές *in vitro* και *in vivo* μελέτες.<sup>[17]</sup> Το διπυριτικό λίθιο χρησιμοποιείται από πολλούς κλινικούς οδοντιάτρους για την κατασκευή αποκαταστάσεων τριών μονάδων στην πρόσθια ζώνη, διατηρείται ωστόσο κάποια επιφυλακτικότητα καθώς στο παρελθόν έχουν σημειωθεί ορισμένες αποτυχίες.<sup>[18]</sup> Στην οπίσθια περιοχή η χρήση κεραμικών περιορίζεται συνήθως στις γέφυρες 3 μονάδων λόγω των υψηλών δυνάμεων που αναπτύσσονται στο σημείο αυτό και της λιγότερο επιτακτικής ανάγκης για απόλυτη αισθητική προσομοίωση. Συνεπώς γέφυρες μεγάλου μήκους στην οπίσθια περιοχή προτιμάται να φτιάχνονται από υλικά υψηλής αντοχής και σκληρά οξειδία κεραμικά (ZrO<sub>2</sub>).<sup>[18]</sup>

### **Ένθετα/Επένθετα**

Τα κεραμικά ένθετα και επένθετα είναι έμμεσες αισθητικές αποκαταστάσεις που αποκαθιστούν μέρος της κλινικής μύλης των οπίσθιων δοντιών. Μπορούν να κατασκευαστούν είτε στο

οδοντοτεχνικό εργαστήριο από χυτευόμενα κεραμικά, θερμοσυμπιεζόμενα κεραμικά, κεραμικά πυροσσωμάτωσης και κεραμικά μηχανοποιημένης σχεδίασης και κοπής CAD/CAM, είτε στο ιατρείο (Chairside CAD/CAM).

Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τα διάφορα χαρακτηριστικά των ενθέτων και επενθέτων, κατασκευασμένων από διπυριτικό λίθιο έχουν οδηγήσει σε πολυάριθμες κλινικές παραδοχές. Όσον αφορά την παρασκευή της κοιλότητας, ο κλινικός καθοδηγείται από την πορεία της τερηδόνας, και το σχήμα της δεν φαίνεται να επηρεάζει την αξιοπιστία της αποκατάστασης.<sup>[20]</sup> Αντίθετα, έχει αποδειχθεί πως η άμεση κάλυψη οδοντίνης (IDS) προσδίδει στην αποκατάσταση μεγαλύτερη αντοχή στην θραύση.<sup>[21]</sup> Η μέτρηση του πάχους της κονίας που χρησιμοποιείται για την συγκόλληση των αποκαταστάσεων αυτών κατέδειξε τιμή μικρότερη από 100μm, πάχος κλινικά αποδεκτό.<sup>[22]</sup> Τα αποτελέσματα για την ακρίβεια προσαρμογής των ενθέτων/επενθέτων έδειξαν σημαντική επιρροή από την τεχνική και το υλικό κατασκευής, έτσι, οι ψηφιακές σαρώσεις και τα αφαιρετικά σχήματα κέρινων προτύπων εμφανίζουν καλύτερη οριακή και εσωτερική προσαρμογή συγκριτικά με τα συμβατικά αποτυπώματα.<sup>[19]</sup> Τέλος, ένα σημαντικό εξαχθέν συμπέρασμα είναι πως οι αποκαταστάσεις αυτές έχουν μεγάλη αντοχή σε βάθος χρόνου με μικρά ποσοστά καταγμάτων στην μάζα τους και συγκεκριμένα οι διπυριτικού λιθίου, όντας μονοφασικές, έχουν την διπλάσια αντοχή από άλλων κεραμικών.<sup>[23][24]</sup>

### **Εμφυτεύματα**

Τα εμφυτεύματα είναι πολλά υποσχόμενες αποκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται πλέον κατά κόρον στην κλινική πράξη, με πολλά, όμως,

περιθώρια περεταιίρω εξέλιξης. Τα κεραμικά υλικά, πέρα από τις επιεμφυτευματικές στεφάνες, βρίσκουν εφαρμογή και στα διαβλενογόνια στηρίγματα (abutments), αντικαθιστώντας τα πιο κοινά, από τιτάνιο, με καλά αποτελέσματα, σύμφωνα με 5ετείς έρευνες που δεν δείχνουν διαφοροποιήσεις στο προσδόκιμο ζωής. Πρόσφατες τροποποιήσεις περιλαμβάνουν την κατασκευή υβριδικών abutments, τα οποία διαθέτουν την σταθερή βάση τιτανίου πάνω στην οποία προσκολλώνται σταθερά προσαρμοσμένα μεσο-διαβλενογόνια στηρίγματα από διπυριτικό λίθιο. Με αυτόν τον τρόπο στο τελικό αποτέλεσμα προσδίδονται και οι εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες του τιτανίου αλλά και το αισθητικό πλεονέκτημα των κεραμικών. Οι τεχνικές που είναι διαθέσιμες περιλαμβάνουν μια ενιαία δομή από το abutment και την στεφάνη, ή δυο ξεχωριστά τμήματα όπου το πρώτο συνδέεται με την βάση τιτανίου και βιδώνεται στο εμφύτευμα πριν την συγκόλληση της ολοκεραμικής στεφάνης.<sup>[26][27]</sup>

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alec Willard Tien-Min Gabriel Chu The science and application of IPS e.Max dental ceramic.2018;34(4):238-242
2. Ivoclar vivadent A brief history of a great invention. 2015
3. Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Fracture toughness and hardness evaluation of three pressable all-ceramic dental materials. J Dent. 2003 ;31(3):181-8.
4. E.Kontonasaki,E.Siarampi,D.Tortopidis Contemporary ceramic systems: classification,fabrication techniques and clinical applications.2013;41:87-106
5. Sulaiman TA,Delgado AJ,Donovan TE Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study.2015;114(3):364-6

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψιν την βιβλιογραφία πάνω στο προς διερεύνηση θέμα, προκύπτει πως οι αποκαταστάσεις κατασκευασμένες από διπυριτικό λίθιο, όταν πληρούν όλες τις βιολογικές και μηχανικές προϋποθέσεις, μπορούν να σταθούν αξιοπρεπώς στην στοματική κοιλότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για να γίνει η τελική εκλογή του υλικού κατασκευής θα πρέπει πάντα ο κλινικός να εξετάζει τις ανάγκες και τους περιορισμούς που επιβάλλει ο κάθε ασθενής και να συγκρίνει τα οφέλη που θα αποδώσει το κάθε ένα από αυτά. Η ανάγκη για έρευνες πέραν της 10ετίας παραμένει, οι αρχικές όμως ενδείξεις συγκλίνουν στην έναρξη μιας νέας εποχής στην οποία τα κεραμικά υλικά θα διεκδικήσουν την αποκλειστικότητα χρήσης, με το διπυριτικό λίθιο να υπερτερεί σε αρκετά σημεία ενδιαφέροντος. Το μέλλον της οδοντιατρικής, και κατ' επέκταση και της εκπαίδευσης σε αυτή, θα πρέπει να ασπάζεται τις εξελίξεις αυτές. Είναι λοιπόν απαραίτητη η διεκπεραίωση πολυάριθμων και πολυετών ερευνών πάνω στο ζήτημα αυτό ώστε να πειστούν ακόμα και οι πιο δύσπιστοι.

6. Faysal Succaria, Steven M. Morgano,Saudi Dent J. Prescribing a dental ceramic material: Zirconia vs lithium-disilicate.2011; 23(4): 165–166
7. Mila Oliveira Santos, Flávia Lucisano Botelho do Amaral, Fabiana Mantovani Gomes França, Roberta Tarkany Basting Influence of translucence/opacity and shade in the flexural strength of lithium disilicate ceramicsInfluence of translucence/opacity and shade in the flexural strength of lithium disilicate ceramics. 2015;18(5): 394-398
8. Maximiliane Amelie Schlenz, Alexander Schmidt, Peter Rehmann, Bernd Wöstmann Fatigue damage of monolithic posterior computer aided designed/ computer aided manufactured crowns 2019;124(4): 387-395
9. Nathaniel C. Lawson, Mark S. Litaker, Jack L. Ferracane, Valeria V. Gordan, Alan M. Atlas, Tara Rios, Gregg H. Gilbert, Michael S.



- McCracken, The National Dental Practice-Based Research Network Collaborative Group
10. Vinícius Soares Paulo, Esthetic rehabilitation with laminated ceramic veneers reinforced by lithium disilicate, Quintessence International, 2014, 129-133.
  11. Igor Ristić, Lithium disilicate—An effective solution for aesthetically demanding indications, Dental Tribune, 2013
  12. Taiseer A. Sulaiman,, Alex J. Delgado, Terence E. Donovan, Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study, The Journal of Prosthetic Dentistry, 2015, 364-366.
  13. Kashkari , Yilmaz , Brantley, Schricker , Johnston Fracture analysis of monolithic CAD-CAM crowns.2019
  14. Dennis J. Fasbinder, Joseph B. Dennison, Donald Heys, Gisele Neiva. A Clinical Evaluation of Chairside Lithium Disilicate CAD/CAM Crowns.2010;141(2):10S-14S
  15. Clinical Guide IPSe.max Ivoclar Vivadent 2013
  16. Afra Hassan Elrashid, Amjad Hamod AlKahtani , Shatha Jarallah Alqahtani , Nouf Bati Alajmi Stereomicroscopic Evaluation of Marginal Fit of E.Max Press and E.Max Computer-Aided Design and Computer-Assisted Manufacturing Lithium Disilicate Ceramic Crowns: An In vitro Study 2019; 9(2): 178–184.
  17. Zarone F., Ferrari M., Mangano F., Leone R., Sorrentino R., Digitally Oriented Materials": Focus on Lithium Disilicate Ceramics, Int J Dent, 2016;0-10
  18. Christensen G., Zirconia vs. lithium disilicate, Dental Economics, 2014;55:40-47
  19. Homsy FR,Özcan M,Khoury M,Majzoub ZAK Comparison of fit accuracy of pressed lithium disilicate inlays fabricated from wax or resin patterns with conventional and CAD-CAM technologies.2018;120(4):530-536
  20. Yoon HI,Sohn PJ,Jin S,Elani H,Lee SJ Fracture Resistance of CAD/CAM-Fabricated Lithium Disilicate MOD Inlays and Onlays with Various Cavity Preparation Designs.2019;28(2):524-529
  21. Van den Breemer , Özcan M,Cune MS,van der Giezen R,Kerdijk W,Gresnigt MMM. Effect of immediate dentine sealing on the fracture strength of lithium disilicate and multiphase resin composite inlay restorations.2017;72:102-109
  22. Uzgur R,Ercan E,Uzgur Z,Çolak H,Yalçın M,Özcan M Cement Thickness of Inlay Restorations Made of Lithium Disilicate, Polymer-Infiltrated Ceramic and Nano-Ceramic CAD/CAM Materials Evaluated Using 3D X-Ray Micro-Computed Tomography.2018;27(5):456-460
  23. Sulaiman TA,Delgado AJ,Donovan TE Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study.2015;114(3):364-6
  24. LiMa, Petra C.Guess , YuZhang Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: Finite element and theoretical analyses.2013;29(7):742-751
  25. JR Kelly P Benetti Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice 2011;56(s1):84-96
  26. Ingy Nouth, Matthias Kern, Ahmed Ezzat Sabet, Ahmad Khaled Aboelfadl, Amina Mohamed Hamdy, Mohamed Sad Chaar. Mechanical Behavior of prosterior All-Ceramic Hybrid-Abutment-Crowns Versus Hybrid Abutments with seperate crowns-A Laboratory study. 2019;30(1):90-98
  27. João Pitta,Stefan P. Hicklin,Vincent Fehmer, Johannes Boldt,Petra C. Gierthmuehlen, Irena Sailer Mechanical stability of zirconia meso-abutments bonded to titanium bases restored with different monolithic all-ceramic crowns.2019



## ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΟΛΟΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΖΙΡΚΟΝΙΑ

ΑΣΒΕΣΤΑ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ\*, ΒΑΡΕΛΗ ΤΣΑΜΠΙΚΑ\*, ΜΕΡΤΙΚΑ ΣΤΑΜΑΤΙΝΑ\*, ΣΑΒΒΑ  
ΒΑΣΙΛΙΚΗ\*, ΜΑΝΟΣ ΣΙΜΟΝΕΤΟΣ\*, ΧΩΡΑΒΑΤΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ\*

Έτος 2019-2020

---

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ζirkονία είναι ένα κεραμικό υλικό που συνδυάζει βιοσυμβατότητα, αισθητική και εξαιρετες φυσικομηχανικές ιδιότητες. Η ανάγκη για βελτίωση της αισθητικής στην οδοντιατρική προσθετική την έκανε να είναι επίκεντρο πολλών ερευνών με την εξέλιξη των τεχνολογιών πάνω σε αυτή να είναι ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Οι αποκαταστάσεις ζirkονίας κατασκευάζονται με την τεχνολογία CAD/CAM και αφορούν κατασκευές γεφυρών, αξόνων, ένθετων, όψεων, εμφυτευμάτων και διαβλεννογόνιων στηριγμάτων. Η περαιτέρω έρευνα και μελέτη καθίσταται αναγκαία για την βελτίωση προβλημάτων που έχουν εμφανιστεί αλλά και για την συνολική εξέλιξη του υλικού.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ζirkονία, στεφάνες, γέφυρες, , τεχνική CAD-CAM, εμφυτεύματα

### ABSTRACT

Zirconia is a ceramic material which combines bio-compatibility with favorable optical, physical and mechanical properties. The need for better aesthetic results in dentistry led many researches to focus in zirconia. Zirconia frameworks are made by using computer-aided design/manufacturing (CAD-CAM) technology and concern the construction of crowns, anterior and posterior bridges, posts-and-cores systems and implant abutments. Further research is necessary on the subject.

**KEY WORDS:** zirconia, crowns, bridges, , CAD-CAM Technique, implants

\*Προπτυχιακοί φοιτητές της Οδοντιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη οδοντιατρική οι απαιτήσεις για ένα βελτιωμένο αισθητικό αποτέλεσμα έχει οδηγήσει στην αναζήτηση νέων υλικών και τεχνικών. Ένα από αυτά τα υλικά είναι η ζirkονία ( $ZrO_2$ ), ένα κεραμικό υλικό που χρησιμοποιείται σε πρόσθια και οπίσθια δόντια. Σκοπός της ανασκόπησης μας είναι η μελέτη της ζirkονίας ως προς τις φυσικές και μηχανικές του ιδιότητες, τις κλινικές εφαρμογές του καθώς και τη σύγκρισή του με άλλα υλικά.

Η χρήση της ζirkονίας ως υλικό στις προσθετικές αποκαταστάσεις ικανοποιεί σε σημαντικό βαθμό τη διαχρονική προσπάθεια της αντικατάστασης του μετάλλου για λόγους αισθητικής.

Η ζirkονία έρχεται να αντικαταστήσει το μέταλλο παρέχοντας φυσικό αποτέλεσμα ενώ δεν καταστρέφεται, και επομένως δεν υπάρχει φόβος αλλοίωσης του χρώματός. Για την κατασκευή αποκαταστάσεων με ζirkονία χρησιμοποιείται το σύστημα CAD/CAM ό,τι πιο σύγχρονο έχει να επιδείξει η επιστήμη της οδοντιατρικής.

Το ομώνυμο ορυκτό (ζirkόνιο ή ζirkονίτης) που βρίσκεται ελεύθερο στην φύση είναι η κύρια πηγή του χημικού στοιχείου. Το χημικό στοιχείο **Ζirkόνιο** είναι μέταλλο με ατομικό αριθμό **40** και ατομικό βάρος **91,224**. Πρόκειται για ένα μέταλλο με ασημί χρώμα το οποίο είναι ανθεκτικό στην διάβρωση και έχει ιδιότητες παρόμοιες του τιτανίου. Όταν συνδυάζεται με οξυγόνο δημιουργεί την ζirkονία ένα σκληρό και υψηλά βιοσυμβατό κεραμικό.<sup>2</sup>

Ένα μεγάλο βήμα για την εισαγωγή της ζirkονίας στον χώρο της ιατρικής έγινε το 1969 με την δημοσίευση της πρώτης επιστημονικής έρευνας πάνω στις βιοιτρικές εφαρμογές της ζirkονίας από τον Helmer και Driskell. Το 1972 ο Gravie και ο Nicholson ανακάλυψαν πως

δημιουργώντας κράματα με άλλα οξείδια ( ασβεστίου, μαγνησίου, τριοξείδιο του υτρίου) μπορούσαν να σταθεροποιήσουν την τετραγωνική μορφή της ζirkονίας εμποδίζοντας την μετατροπή της στην μονοκλινή δομή της δημιουργώντας ένα κεραμικό με τεράστια αντίσταση στην θραύση.<sup>3</sup>

Η ζirkονία σταθεροποιημένη με ύτριο καθιερώθηκε στην ορθοπεδική το 1988 από τον Christel για την κατασκευή της κεφαλής του μηριαίου σε κατάγματα κατ'ίσχιον άρθρωσης. Οι

αντικαταστάσεις ορθοπεδικού ισχίου από ζirkονία έχουν δείξει ανώτερη αντοχή στη φθορά σε σχέση με άλλα συστήματα. <sup>4</sup> Στο πεδίο της Οδοντικής Εμφυτευματολογίας άρχισε να χρησιμοποιείται μετά το 1990 και από τότε έχει υιοθετηθεί ευρέως στην οδοντιατρική για εμφυτεύματα και κεραμικές προσθετικές αποκαταστάσεις,

Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν οι βασικές ιδιότητες της ζirkονίας και θα αναλυθούν οι κλινικές εφαρμογές της στην καθημερινή προσθετική πράξη.

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Σ' αυτή τη βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιήθηκε ως πηγή κυρίως το Pubmed και το google scholar καθώς και σχετικά άρθρα δημοσιευμένα στο διαδίκτυο. Η ανασκόπηση μας περιλαμβάνει την μελέτη 26 άρθρων.

## ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η ζirkονία διαθέτει πολύ ικανοποιητικές ιδιότητες<sup>5</sup>, από τις οποίες ξεχωρίζουν η χημική σταθερότητα, το υψηλό μέτρο ελαστικότητας και η σκληρότητα <sup>3</sup>. Ακόμη, το γεγονός ότι διαθέτει πολύ καλή βιοσυμβατότητα <sup>6</sup>, τη καθιστά ένα από τα καλύτερα υλικά στην οδοντιατρική πράξη, δεδομένου ότι είναι ένα υλικό που δεν κατακρατά μεγάλες ποσότητες μικροβιακής πλάκας. Σε πίεση περιβάλλοντος, μπορεί να πάρει

τρεις κρυσταλλογραφικές μορφές ανάλογα με τη θερμοκρασία. Στη θερμοκρασία δωματίου και με θέρμανση έως 1170 °C η συμμετρία είναι μονοκλινής, μεταξύ 1170°C -2370 °C είναι τετραγωνική, ενώ κυβική (Fm3̄m) παραπάνω από 2370 °C. Αυτές οι μετατροπές συνοδεύονται από αλλαγές στον όγκο. Ο μετασχηματισμός από την τετραγωνική (t) φάση έως την μονοκλινή (m) φάση συνοδεύεται από σημαντική αύξηση του όγκου (~ 4,5%), αποτρέπει την ανάπτυξη μικρορωγμών<sup>3,7</sup>. Ωστόσο, οι

επιφανειακές επεξεργασίες όπως η λείανση ή η αμμοβολή είναι υπεύθυνες για την ενεργοποίηση του μετασχηματισμού  $t \rightarrow m$ , όπου προκαλείται σχετική αύξηση του όγκου που οδηγεί σε επιφανειακή συμπίεση. Ο μετασχηματισμός προκαλεί, μεταβολή στην ακεραιότητας φάσης του υλικού οδηγώντας το σε ευαισθησία στη γήρανση. Η γήρανση μπορεί να επηρεάσει τις μηχανικές ιδιότητες του υλικού<sup>9</sup> μέσω της υποβάθμισης της επιφάνειας με την απομάκρυνση κόκκων και μείωση της αντοχής<sup>10</sup>.

Χημική σύνθεση	ZrO <sub>2</sub> +3 mol% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Πορώδης υφή	<0.1%
Αντοχή σύνθλιψης	2000
Σκληρότητα διάσπασης	7-10 Mpa m <sup>-1</sup>
Συντελεστής Θερμικής διαστολής	11* 10 <sup>-10</sup>
Σκληρότητα	1200 HV 0.1
Πυκνότητα	>6 g cm <sup>-3</sup>
Πορώδης υφή	<0.1%
Όριο θραύσης	900-1200 MPa
Μέτρο ελαστικότητας	200 GPa

**Πίνακας 1** Μηχανικές ιδιότητες της ζirkονίας <sup>5</sup>

### Χαρακτηριστικά της σταθεροποιημένης με ύτριο ζirkονίας ως υλικό αποκατάστασης (3Y-TZP)

Οι μηχανικές ιδιότητες του 3Y-TZP εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος κόκκων. Μάλιστα είναι ανώτερες των κεραμικών και παρόμοιες με αυτές των μετάλλων. Ωστόσο πάνω από ένα κρίσιμο μέγεθος κόκκων, το 3Y-TZP είναι λιγότερο σταθερό και πιο ευαίσθητο στον αυθόρμητο μετασχηματισμό  $t \rightarrow m$ , ενώ μικρότερα

μεγέθη κόκκων (<1μ) συνδέονται με χαμηλότερο ποσοστό μετασχηματισμού. Επιπλέον, κάτω από ένα συγκεκριμένο μέγεθος (~ 0.2μ), η μετατροπή δεν είναι δυνατή, οδηγώντας σε μειωμένη αντοχή και τελικά σε θραύση.<sup>3</sup> Μεταξύ των πλεονεκτημάτων συγκαταλέγεται η πολύ καλή οριακή εφαρμογή, χάρη στη τεχνολογία CAD CAM κάτω από το όριο των 100 μm. Ο πυρήνας ζirkονίας σε περιπτώσεις αυξημένου προσθετικού χώρου μπορεί

να αυξηθεί σε στρώμα ώστε να εξασφαλιστεί ομοιόμορφο πάχος της

υπερκείμενης πορσελάνης που δεν θα υπερβαίνει τα 2 mm .<sup>10</sup>



**Εικ.1** Κατασκευή σκελετού και γομφίου με μονολιθική ζirkονία ,με την τεχνική CAD/CAM.

### **Τεχνολογία CAD/ CAM**

Ο σκελετός μιας προσθετικής αποκατάστασης 3Y-TZP μπορεί να κατασκευαστεί με δύο μεθόδους μέσω της τεχνολογίας CAD/CAM.<sup>5</sup> . Οι δύο κύριες τεχνικές επεξεργασίας, είναι η μαλακή και σκληρή κατεργασία .Αρχικά, σύμφωνα με τη πρώτη μέθοδο , κατασκευάζεται ένα εκμαγείο από το τελικό αποτύπωμα και στη συνέχεια ακολουθεί σάρωση αυτού μέσω ηλεκτρονικού σαρωτή.Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της σάρωσης είναι η δημιουργία ενός μεγεθυμένου αντιγράφου στον υπολογιστή. Πάνω στο μεγεθυμένο κολόβωμα του εκμαγείου σχεδιάζεται ο πυρήνας της ζirkονίας ο οποίος κόβεται από ένα μερικώς συντηγμένο κομμάτι ζirkονίας. Ακολουθεί η σύντηξη σε θερμοκρασία (1000ο C έως 1500ο C) και η συρρίκνωση (25-30%) μέχρις ότου αποκτήσει τις πραγματικές διαστάσεις του αρχικού κολοβώματος .Η δεύτερη μέθοδος αφορά τη κατασκευή ενός πυρήνα ή σκελετού ζirkονίας, από υλικό που έχει την τελική του διάσταση, δεδομένου ότι κατασκευάζεται από πλήρως συντηγμένο κομμάτι ζirkονίας που δεν απαιτεί καμία περαιτέρω επεξεργασία.Για τα οπίσθια δόντια το ελάχιστο πάχος του σκελετού είναι 0,5mm ,ενώ για τα πρόσθια 0,3mm.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στη πορσελάνη επικάλυψης, καθώς πρέπει να εναρμονίζεται με την ζirkονία ως προς τον συντελεστή θερμικής διαστολής της ζirkονίας. Ακολουθεί η όπτησή της.

### **ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΖΙΡΚΟΝΙΑΣ**

#### **Εφαρμογές της ζirkονίας σε γέφυρες και άξονες.**

Η ζirkονία εφαρμόζεται σε πρόσθιες και οπίσθιες περιοχές συνδυάζοντας αισθητική, καλές μηχανικές ιδιότητες και βιοσυμβατότητα. Η χρήση της ως υλικό στις προσθετικές αποκαταστάσεις ικανοποιεί σε μεγάλο βαθμό τη προσπάθεια αντικατάστασης του μετάλλου για λόγους αισθητικής. Στην σύγχρονη προσθετική η ζirkονία χρησιμοποιείται για τη κατασκευή μεμονωμένων<sup>11</sup> πρόσθιων και οπίσθιων<sup>12</sup> στεφανών, γεφυρών 3 ή 4 μονάδων σε πρόσθια και οπίσθια δόντια<sup>13</sup>, σε κατασκευή αξόνων, κολοβωμάτων και επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων<sup>14</sup>. Στην εφαρμογή της για πρόσθιες γέφυρες ή στεφάνες η ζirkονία αποτελεί πολύ καλή επιλογή υλικού για την κατασκευή πυρήνα (σκελετού), λόγω του ουδέτερου χρώματος της και της υψηλής αντοχής. Στις οπίσθιες αποκαταστάσεις λόγω της

υψηλής αντοχής της ζirkονίας, επιλέγεται ως υλικό πυρήνα για ολοκεραμικές γέφυρες λόγω των σύνθετων δυνάμεων που υφίστανται τα οπίσθια δόντια .

Οι άξονες ζirkονίας συγκρινόμενοι με τους αντίστοιχους μεταλλικούς ή με τους άξονες<sup>14,15</sup> ανθρακονημάτων βελτιώνουν την αισθητική των ολοκεραμικών στεφανών. Οι ενδοριζικοί άξονες ζirkονίας είναι ακτινοσκοπικοί, βιοσυμβατοί και διαθέτουν υψηλή ακαμψία και σκληρότητα. Διαθέτουν χαμηλή διαλυτότητα και δεν επηρεάζονται από αλλαγές στη θερμοκρασία. Κυκλοφορούν στο εμπόριο σε κυλινδρικό σχήμα και σε διάφορες διαστάσεις. Η χρήση τους συνδυάζεται με μυλική ανασύσταση από πορσελάνη αλουμίνας που χυτεύεται απευθείας πάνω στον προκατασκευασμένο άξονα και αποτελεί ενιαίο σύστημα.

Η κύρια ένδειξη εφαρμογής των αποκαταστάσεων ζirkονίας είναι η χρήση της στην κατασκευή σκελετών γεφυρών για οπίσθιες αποκαταστάσεις λόγω της μεγάλης αντοχής η οποία συναγωνίζεται αυτή των μετάλλων. Οι αποκαταστάσεις με πυρήνα- σκελετό ζirkονίας και με την κατάλληλη διαχείριση των προσφερόμενων χώρων για την πορσελάνη επένδυσης μπορεί να οδηγήσουν σε πολύ καλή αισθητική απόδοση.

Πλέον οι κατασκευαστές προσφέρουν ολοένα και περισσότερες δυνατότητες επιλογής χρώματος ή βαφής των πυρήνων από ζirkονία ώστε να υπάρχει τόσο το δυνατόν καλύτερη αισθητική απόδοση.

### **Διαβλενογόνια επιεμφυτευματικά στηρίγματα.**

Η αποκατάσταση της αισθητικής ζώνης με τη χρήση εμφυτευμάτων, αποτελεί μία πρόκληση και προϋποθέτει

προπροσθετική λειτουργική και αισθητική εκτίμηση. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει συνδυασμός λεπτού βιότυπου ούλων και υψηλής γραμμής χαμόγελου, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αισθητικής αποτυχίας της αποκατάστασης λόγω του «γκριζαρίσματος» του τιτανίου . Όπως και σε περιπτώσεις όπου έχει συμβεί συρρίκνωση ή υποχώρηση των μαλακών ιστών, η αποκάλυψη του κολάρου του εμφυτεύματος στη στοματική κοιλότητα συνιστά αισθητική αποτυχία. Εναλλακτική λύση αποτελεί η κατασκευή διαβλενογόνιων επιεμφυτευματικών στηριγμάτων<sup>21</sup> από ολοκεραμικά υλικά. Με τη χρήση της ζirkονίας δεν υφίσταται πρόβλημα δυσχρωμίας και δεν είναι απαραίτητη η ενδοσχισμική οριοθέτηση της αποκατάστασης. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι το προφίλ ανάδυσης της αποκατάστασης που πρέπει να είναι εναρμονισμένο με τα όμορα φυσικά δόντια. Αυτό θα πρέπει να προσμοιάζει με το φυσικό δόντι και να εξατομικεύεται. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, θα έπρεπε τα όρια της στεφάνης να τοποθετηθούν ενδοσχισμικά. Κάτι τέτοιο όμως θα προκαλούσε δυσκολία στην αφαίρεση της κόνιας, φλεγμονή των περιοδοντικών ιστών κ.ά. Με τη χρήση της ζirkονίας αντί του τιτανίου, η στεφάνη μπορεί να τοποθετηθεί ισουψώς με την παρυφή των ούλων, ιδίως σε ασθενείς με λεπτό βιότυπο ούλων, χωρίς να φαίνεται το αντιαισθητικό «γκριζάρισμα» στον αυχένα, αποδίδοντας ταυτόχρονα ικανοποιητικό προφίλ ανάδυσης. Τα διαβλενογόνια επιεμφυτευματικά στηρίγματα από ζirkονία προσφέρουν ικανοποιητική στήριξη και άριστη αισθητική σε αποκαταστάσεις, τόσο στην πρόσθια αισθητική ζώνη όσο και στην οπίσθια περιοχή, ειδικά σε λεπτό βιότυπο ούλων.<sup>8</sup> Τα κεραμικά διαβλενογόνια επιεμφυτευματικά στηρίγματα είναι διαθέσιμα είτε ως



προκατασκευασμένα, είτε ως προσαρμοζόμενα, ευθεία και γωνιώδη, με χρώματα που προσομοιάζουν με αυτά της αδαμαντίνης και της οδοντίνης. Κατασκευάζονται και στο εργαστήριο, συνήθως με τη βοήθεια της CAD-CAM τεχνολογίας. Μελέτες γύρω από το σχεδιασμό των εμφυτευμάτων οδήγησαν στο σχεδιασμό επιεμφυτευματικών στηριγμάτων από ζirkονία ενισχυμένων με τιτάνιο στο σημείο διασύνδεσης του διαβλεννογόνιου στηρίγματος με το εμφύτευμα. Ο σχεδιασμός αυτός συνδύαζε την αισθητική με την αυξημένη αντοχή στη θραύση.

### **Συγκριτική αξιολόγηση των αποκαταστάσεων από ζirkονία με τις μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις**

Είναι γεγονός πως οι μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις αποτελούν τον χρυσό κανόνα χάρη στα πλεονεκτήματά τους όπως η οικονομική κατασκευή τους, η εξοικείωση των οδοντοτεχνικών εργαστηρίων και τα υψηλά ποσοστά επιτυχίας τους. Τα μέταλλα επηρεάζουν λόγω της αδιαφάνειάς τους την επιθυμητή απόδοση ημιδιαφάνειας των αποκαταστάσεων. Τέλος, κρίνεται αναγκαία η προτίμηση σε περισσότερο αδρανή βιολογικά υλικά για την εξάλειψη αλλεργικών αντιδράσεων, σε ορισμένους ασθενείς.<sup>22</sup>

Η ζirkονία είναι ένα υλικό με υψηλή βιοσυμβατότητα, το οποίο εξυπηρετεί τις ανάγκες των ασθενών. Μειονέκτημα αποτελεί για την χρήση της στην αισθητική ζώνη η μεγάλη αδιαφάνειά της και το υψηλό ποσοστό ρωγμών του κεραμικού επικάλυψης με ή χωρίς αποκάλυψη του σκελετού - αν και σήμερα αναπτύσσονται ειδικά κεραμικά πιο συμβατά με τη ζirkονία και με παρόμοιους συντελεστές θερμικής διαστολής. Τα ποσοστά επιβίωσης ολοκεραμικής στεφάνης κυμαίνονται

από 88% - 100% στα 2,5 χρόνια<sup>22</sup>. Σ' έρευνα που πραγματοποιήθηκε με αντικείμενο τη σύγκριση οπίσθιων αποκαταστάσεων από μεταλλοκεραμικό και από ζirkονιο-κεραμικό ώστε να αξιολογηθούν τα ποσοστά επιβίωσης δεν βρέθηκαν να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά οι δύο ομάδες. Η αποκατάσταση από ζirkονία μπορεί να σταθεί ως εναλλακτική λύση της ζirkονίας αντί μεταλλοκεραμικής σε οπίσθια γέφυρα.<sup>23</sup> Σε μια άλλη δεκαετή έρευνα για να διερευνηθεί η κλινική συμπεριφορά σε περιπτώσεις ελλειπόντων κοπτήρων, οι εμπρόσθιες μη επεμβατικές ρητινώδεις συγκολλούμενες ακίνητες αποκαταστάσεις (resin-bonded fixed dental prostheses -RBFDP) από ζirkονία έδειξαν εξαιρετική κλινική μακροζωία δίνοντας μια εξαιρετική-ελάχιστης παρέμβασης - εναλλακτική θεραπεία. Στην έρευνα, δεν σημειώθηκαν κατάγματα σκελετού. Το κλινικό αποτέλεσμα, αξιολογήθηκε ως εξαιρετικά επιτυχημένο μετά από 10 χρόνια.<sup>24</sup> Επιπλέον, σε μια ανασκόπηση για τις απόψεις επί της ζirkονίας, έχει σημειωθεί πως σπάνια έχουν εντοπιστεί κλινικά κατάγματα ολοκεραμικών στεφάνων και γεφύρων. Η πιο κοινή τεχνική επιπλοκή αποκαταστάσεων με βάση τη ζirkονία είναι το κάταγμα του κεραμικού υλικού επικάλυψης με ή χωρίς έκθεση του σκελετού

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ζirkονία είναι ένα υλικό που υπόσχεται πολλά στο χώρο της προσθετικής συνδυάζοντας αξιόπιστα αντοχή και αισθητική. Αν και χρησιμοποιείται πλέον ευρέως και έχει φυσικομηχανικές ιδιότητες ανώτερες άλλων μετάλλων ο χρόνος τεκμηρίωσης της επιτυχημένης κλινικής πορείας είναι μικρός. Περαιτέρω μελέτες με μεγαλύτερα μεγέθη δειγμάτων

και με μεγαλύτερες περιόδους παρακολούθησης είναι αναγκαίο να διεξαχθούν για να διερευνηθούν πιθανόν παράγοντες που επηρεάζουν τεχνικές αποτυχίες. Καθώς η οδοντιατρική τεχνολογία αναπτύσσεται αλματώδως και οι απαιτήσεις αυξάνονται η ζirkονία έχει ακόμα μέλλον και συνεχώς επιζητούμε νέες τεχνικές προς την βελτίωσή της.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Χ. Π. Παπαναγιώτου. Έρευνα μέσω φασματοσκοπίας Raman της σταθερότητας δομής δύο κεραμικών υλικών ζirkονίας Y-TZP μετά από εργαστηριακές διαδικασίες κατασκευής αποκαταστάσεων και κυκλικής φόρτισης. Διδακτορική διατριβή στη βασική επιστήμη οδοντιατρικά βιοϋλικά. 2012; 1: 15 – 17. 2: 27 – 28
2. WIKIPEDIA ZIRCONIUM <https://en.wikipedia.org/wiki/Zirconium>
3. Piconi C., Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 1999; 20: 1-25
4. Chen YW, Moussi J, Drury JL, Wataha JC. Zirconia in biomedical applications. 2016; 10: 945-963
5. Μ. Καραγιάννη, Μ. Πασχάλη, ε. Ξιμινής, Α Χατζηκυριάκος,. Η ζirkονία ως υλικό προσθετικών αποκαταστάσεων, ΣΤΟΜΑ 2012; 40 : 249 – 260
6. [http://www.digident.gr/?page\\_id=2704](http://www.digident.gr/?page_id=2704)
7. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007; 98:389-404.
8. <https://docplayer.gr/2879467-l-zirronia-einai-ena-kerauiko-yliko-ue-ikanopoilitikes-uhanikes-idiotites-gia-tin-kataskeyi-iatrikon.html>
9. Michele Carrabbaa, , Andrew J. Keelingb , Aziz Azizb , Alessandro Vichia , Riccardo Fabian Fonzara , David Woodb , Marco Ferrari Translucent zirconia in the ceramic scenario for monolithic restorations: A flexural strength and translucency comparison test *Journal of Dentistry* 60 (2017) 70–76
10. Christel P, Meunier A, Heller M. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989;
11. B. The anterior all-ceramic crown : a rationale for the choice of ceramic and cement. *Br Dent J* 2008 ? 20 ?5 : 251-255
12. Donovan TE Factors essential for successful allceramic restoration *J Am Dent* September 2008 139: 145-185
13. Suttor D, Brunke K, Hoescheler S, Hauptmann H, Herrein G. LAVA: The system for all-ceramic ZrO<sub>2</sub> crown and bridge framework *Int J Comput Dent* 2001 ?4:195-206
14. Baba NZ, Golden G, Goodacre Cj. Nonmetallic prefabricated dowels a review of compositions, properties, laboration and clinical test results. *J Prosthodont* 2009 ?18:27-36
15. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts *J. Prosthe Dent* 2000,83:412-7
16. Karthik Sivaraman, Aditi Chopra, Aparna I, Narayan, Dhanaserkar Balakrishnan, Is Zirconia a viable alternative to Titanium for Oral Implant, , *Journal of Prosthodontic Research, Elsevier*, 2018 .62: 121-133
17. <https://omnipress.gr/e%CE%BC%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B5%CF%8D%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B6%CE%B9%CF%81%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82-vs-%CE%B5%CE%BC%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B5%CF%8D%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CF%84%CE%B9/>
18. Avinash S. Bidra, BDS, MS, a Michael Tischler, DDS, b and Claudia Patch, DMDc, Survival of 2039 complete arch fixed implant-supported zirconia prostheses: A retrospective study, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2018:220-223
19. Carlo Monaco, DDS, MSc, PhD; Paolo Cardelli, DDS; Mutlu Özcan, DrMedDent, PhD Inlay-Retained Zirconia Fixed Dental Prostheses: Modified Designs for a Completely Adhesive Approach, <http://www.jcda.ca/article/b86?fbclid=IwAR19DbgrLm7LGWK8okJxKoYATIJqBnDMLagh4jrzOAUmUJICJOoLmWEAbPw>
20. Elliot Mechanic, BSc, DDS <https://www.dentistrytoday.com/restorative->

- 134/7838-the-zirconia-based-porcelain
21. Σολδάτος, μ. Μήτσιας, γ. Κοντακιώτη, π. Λαμπρόπουλος, ι. Μελακόπουλος, αλλαγή της Διαμέτρου του μηχανικού Διαβλεννογόνιου επιεμφυτευματικού στηρίγματος. (platform switch), ΣΤΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ 2009,66(4): 155-164
  22. Takashi Miyazaki, Takashi Nakamura, Hideo Malsumura, Seiji Ban, Taira Kobayashi, Current status of Zirconia restorations, Journal of Prosthodontic Research, 2013; 57: 236-261
  23. Irena Sailer, Prof Dr Med Dent/Marc Balmer, Dr Med Dent/Husler Jurg, Prof Emeritus Christoph Hans Franz Hammerle, Prof Dr Med Dent/Sara Kanel, Daniel Stefan Thoma. PD Dr Med Dent, Comparison of Fixed Dental Prostheses with Zirconia and Metal Frameworks : Five-Year Results of a Randomized Controlled Clinical Trial, The International Journal of Prosthodontics, 2017 : 426-428
  24. Regina F. Villefortb, Renata Marques Melob, Gabriel K.R. Pereirac, Yu Zhangd, Luiz Felipe Valandroc,\* , Marco Antonio Bottino, Fatigue failure load of monolithic Y-TZP three-unit fixed dental prostheses: Effect of grinding at the gingival zone of the connector Marina Amarala, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 72 (2017) 159–162
  25. Carlos LOPEZ-SUAREZ, Veronica RODRIGUEZ, Jesus PELAEZ, Ruben AGUSTIN-PANADERO and Maria J. SUAREZ, . Comparative fracture behavior of monolithic and veneered zirconia posterior fixed dental prostheses, Dental Materials Journal 2017
  26. Despina Deligianni, Effect of Zirconia Dental Implant Surfaces on Bone Intergration : A Systemic Review and Meta Analysis, BioMed Research, 2017 : 13
  27. Bjarni E Pjetursson Nicola A Valente, Malin Stradling, Marcel Zwahlen, Shiming Liu, Irena Sailer. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns, Clin Oral Impl Res. 2018; 29(Suppl. 16): 199–214.