



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών  
—ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837—

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΚΛΙΝΙΚΟ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ  
Διευθυντής: Καθηγητής Α. Ζ. Τσακρής

**Θέμα:** Αποικισμός, προσκόλληση και διείσδυση μυκήτων του γένους  
*Candida* σε νεότερα επιστρώματα για οδοντιατρική χρήση.

**ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**  
**ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΟΣ**

ΑΘΗΝΑ, Μάιος 2023

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή**

**Επιβλέπων: Α. Τσακρής, Καθηγητής, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Μέλη: Γ. Βρυώνη, Καθηγήτρια, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Ο. Νάκα, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Οδοντιατρικής ΑΠΘ**

**Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Α. Τσακρής, Καθηγητής, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Γ. Βρυώνη, Καθηγήτρια, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Ο. Νάκα, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Οδοντιατρικής ΑΠΘ**

**Κ. Αναστασοπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Ι. Μελετιάδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Β. Κουμάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Γ. Τζανετάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Οδοντιατρική Σχολή ΕΚΠΑ**

**Ημερομηνία αίτησης: 16.7.09**

**Ημερομηνία ορισμού Συμβουλευτικής Επιτροπής: 3.11.09**

**Ημερομηνία ορισμού θέματος: 12.3.10**

**Ημερομηνία καταθέσεως της διδακτορικής διατριβής: 4.5.2023**

## Ο ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ

Ὅμιμι Ἀπόλλωνα ἱγρὸν, καὶ Ἀσκληπῖον, καὶ Ὑγίαν, καὶ Πανάκειαν, καὶ θεοὺς πάντας τε καὶ πάσας, ἱστορας ποιέμενος, ἐπιτελέα ποιήσῃ κατὰ δύνανται καὶ κρίσῃ ἐμὴν ὅρκον τόνδε καὶ ξυγγραφὴν τήνδε, ἡγήσασθαι μὲν τὸν διδάξαντά με τὴν τέχνην ταύτην ἴσα γυνέτῃσιν ἐμοῖσι, καὶ βίον κοινύσασθαι, καὶ χρεῶν χρηζέοντι μετάδοσιν ποιήσασθαι, καὶ γένος τὸ ἐξ αὐτέου ἀδελφοῖς ἴσον ἐπικρινέειν ἄρρεσι, καὶ διδάξαι τὴν τέχνην ταύτην, ἣν χρηζέωσι μαθήσκειν, ἄνευ μισθοῦ καὶ ξυγγραφῆς, παραγγελῆς τε καὶ ἀκροήσεως καὶ τῆς λοιπῆς ἀπάσης μαθήσεως μετάδοσιν ποιήσασθαι υἱοῖσι τε ἐμοῖσι, καὶ τοῖσι τοῦ ἐμὲ διδάξαντος, καὶ μαθηταῖσι συγγεγραμμένοις τε καὶ ὠρκασιμένοις νόμον ἰητρικῶν, ἄλλω δὲ οὐδενί. Διαιτήμασί τε χρῆσθαι ἐπ' ὠφελείῃ καμνόντων κατὰ δύνανται καὶ κρίσῃ ἐμὴν, ἐπὶ δηλήσει δὲ καὶ ἀδικίᾳ ἔρξαι. Οὐ δάσω δὲ οὐδὲ φάρμακον οὐδενὶ αἰτηθεὶς θανάσιμον, οὐδὲ ὑψηλήσομαι ξυμβουλήν τοιήδε, ὁμοίως δὲ οὐδὲ γυναικὶ περὶ σὸν φθόρον δάσω. Ἀγνώως δὲ καὶ ὁσίως διατηρήσω βίον τὸν ἐμὸν καὶ τέχνην τὴν ἐμὴν. Οὐ τιμέω δὲ οὐδὲ μὴν λιθῶντας, ἐκχωρήσω δὲ ἐργάτῃσιν ἀνδράσι πρῆξις τῆσδε. Ἐς οἰκίας δὲ ὁκόσας ἂν εἰσῶ, ἐσλεύσομαι ἐπ' ὠφελείῃ καμνόντων, ἐκτὸς ἐὼν πάσης ἀδικίης ἐκουσίης καὶ φθορής, τῆς τε ἄλλης καὶ ἀφροδισίων ἔργων ἐπὶ τε γυναικείων σαμύταιν καὶ ἀνδράων, ἐλευθέρων τε καὶ δούλων. Ἄ δ' ἂν ἐν θεραπείῃ ἢ ἴδω, ἢ ἀκούσω, ἢ καὶ ἄνευ θεραπείης κατὰ βίον ἀνθρώπων, ἃ μὴ χρή ποτε ἐκλαλέεσθαι ἔξω, σιγήσομαι, ἄρρητα ἡγούμενος εἶναι τὰ τοιαῦτα. Ὅρκον μὲν οὖν μοι τόνδε ἐπιτελέα ποιέοντι, καὶ μὴ ξυγχείοντι, εἰ ἑπαύρασθαι καὶ βίου καὶ τέχνης δοξαζομένῳ παρὰ πᾶσιν ἀνθρώποις ἐς τὸν αἰῶν χρόνον, παραβαίνοντι δὲ καὶ ἐπιорκοῦντι, τὰ ναντία τούτων.

## Ευχαριστίες

*«Το μυαλό δεν είναι ένα δοχείο που πρέπει να γεμίσει, αλλά μια φωτιά που πρέπει να ανάψει».* Πλούταρχος (45-120 μ.Χ.)

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Γιώργο Τασόπουλο και Όλγα Παρασκευοπούλου, που κατόρθωσαν να μου μεταλαμπαδεύσουν την αγάπη τους για την Οδοντιατρική Επιστήμη και να μου διδάξουν από παιδί την αξία του “Ευ αγωνίζεσθαι”. Μαζί με την σύζυγό μου Δήμητρα Καραϊσκού και την κόρη μας Στεφανία-Ειρήνη Τασοπούλου, μου παρείχαν ηθική στήριξη για να ολοκληρώσω την διδακτορική μου διατριβή.

Σε μια πράξη ευγνωμοσύνης και αμέριστου σεβασμού θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δρ. Γεωργία Βρυώνη, Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας ΕΚΠΑ και την Επίκουρη Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Προσθετικής ΑΠΘ, Δρ. Όλγα Νάκα για την καταλυτική τους αρωγή στην ολοκλήρωση της διδακτορικής μου διατριβής. Η ανιδιοτελής και ανυπολόγιστη υποστήριξή τους, η ανεκτικότητα τους και η πνευματική τους καθοδήγηση αποτέλεσαν για εμένα φάρο επιμονής και προσήλωσης στην επίτευξη του τελικού μου στόχου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιβλέποντα της Διδακτορικής Διατριβής, Καθηγητή του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας ΕΚΠΑ Δρ. Αθανάσιο Τσακρή που με τίμησε με την συμμετοχή του στην τριμελή επιτροπή καθώς και για το επιστημονικό του έργο το οποίο αποτέλεσε πηγή έμπνευσης και σημαντικό υλικό έρευνας.

Σε μια πράξη αναγνώρισης της συνεισφοράς τους στην περάτωση της διδακτορικής διατριβής μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις τεχνολόγους του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας ΕΚΠΑ Λαμπρινή Κανιούρα, Ελένη Καραχάλιου, την Δρ. Παπή Ρηγίνη, Επίκουρη Καθηγήτρια του εργαστηρίου Βιοχημείας, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ και την Ταλιμτζή Περσεφόνη, Μαθηματικό-Βιοστατιστικό.

## **Σύντομο Βιογραφικό**

Ο Θεόδωρος Τασόπουλος αποφοίτησε από την Οδοντιατρική Σχολή του ΕΚΠΑ, το 2004. Το 2008 ολοκλήρωσε τις μεταπτυχιακές σπουδές του στον Τομέα της Προσθετικής του Πανεπιστημίου Bristol (Ηνωμένο Βασίλειο).

Έχει δημοσιεύσει 19 επιστημονικές εργασίες σε ελληνικά και διεθνή περιοδικά στο αντικείμενο της Προσθετικής και έχει λάβει μέρος με 51 ομιλίες σε ελληνικά και διεθνή συνέδρια. Έχει πραγματοποιήσει πλήθος εκπαιδευτικών σεμιναρίων με θέμα τις εφαρμογές της ψηφιακής τεχνολογίας στην οδοντιατρική καθώς και την κατασκευή εξατομικευμένων προστατευτικών ναρθήκων και συσκευών για την αντιμετώπιση αποφρακτικών απνοιών στον ύπνο.

Είναι μέλος σε ελληνικές και διεθνείς επιστημονικές εταιρείες και κριτής σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά.

Εργάζεται στην οδοντιατρική κλινική που διατηρεί, καλύπτοντας όλο το φάσμα της σύγχρονης Επανορθωτικής Οδοντιατρικής, της Εμφυτευματολογίας και της Ψηφιακής Οδοντιατρικής.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>                                                                         | <b>8</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                         | <b>10</b> |
| <b>ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>                                                                     |           |
| Εισαγωγή                                                                                |           |
| <b>1. Ολική νωδότητα &amp; Ολικές Οδοντοστοιχίες</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>2. Υλικό βάσης Ολικών Οδοντοστοιχιών και η σχέση του με το στοματικό περιβάλλον</b>  | <b>14</b> |
| 2.1. <i>Εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη</i>                                     | 14        |
| 2.2. <i>Υλικά πολυμεθακρυλικού μεθυλίου για ψηφιακή κατασκευή Ολικών Οδοντοστοιχιών</i> | 15        |
| <b>3. Μαλακά επιστρώματα οδοντοστοιχιών</b>                                             | <b>18</b> |
| 3.1. Ιστορική Ανασκόπηση των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών                    | 18        |
| 3.2. Λειτουργία των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών                             | 19        |
| 3.3. Ταξινόμηση των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών                             | 21        |
| 3.4. Χημική σύνθεση των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών                         | 22        |
| 3.4.1. <i>Προσωρινά μαλακά επιστρώματα των οδοντοστοιχιών</i>                           | 22        |
| 3.4.1.1. <i>Υλικά αποκατάστασης ιστών (Tissue conditioners)</i>                         | 22        |
| 3.4.1.2. <i>Υλικά αναπροσαρμογής των βάσεων των οδοντοστοιχιών</i>                      | 23        |
| 3.4.1.2.1. <i>Αυτο-πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα</i>                       | 23        |
| 3.4.1.2.2. <i>Αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα</i>                    | 23        |
| 3.4.2. <i>Μακράς διάρκειας μαλακά επιστρώματα οδοντοστοιχιών</i>                        | 25        |
| 3.4.2.1. <i>Αυτο-πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα</i>                         | 25        |
| 3.4.2.2. <i>Εν θερμώ πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα</i>                     | 25        |
| 3.4.2.3. <i>Αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα</i>                      | 26        |
| 3.4.2.4. <i>Εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα</i>                  | 27        |
| 3.4.3. <i>Άλλες κατηγορίες μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών</i>                  | 28        |
| 3.4.3.1. <i>Φωτοπολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα</i>                                   | 28        |
| 3.4.3.2. <i>Μαλακά επιστρώματα ελαστομερούς/μεθακρυλικού</i>                            | 28        |
| 3.4.3.3. <i>Μαλακά επιστρώματα από φθοριωμένα συμπολυμερή</i>                           | 28        |
| 3.4.3.4. <i>Μαλακά επιστρώματα ολεφίνης</i>                                             | 28        |
| 3.5. Κλινικές εφαρμογές των μαλακών επιστρωμάτων οδοντοστοιχιών                         | 29        |
| 3.6. Τεχνικές εφαρμογής των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών                     | 32        |
| 3.6.1. <i>Άμεση τεχνική</i>                                                             | 32        |
| 3.6.2. <i>Έμμεση τεχνική</i>                                                            | 32        |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7. Βιολογική συμπεριφορά των μαλακών επιστρώματων των οδοντοστοιχιών                                           | 34 |
| 4. Στοματίτιδα από κινητές προσθετικές εργασίες                                                                  | 39 |
| 5. Προσκόλληση και αποικισμός του <i>Candida albicans</i> στα μακράς διάρκειας<br>σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα | 42 |
| 6. Αναστολή αποικισμού της <i>Candida albicans</i> στα μαλακά επιστρώματα                                        | 47 |
| Σκεπτικό σχεδιασμού της συγκεκριμένης πειραματικής μελέτης                                                       | 51 |

## ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Σκοπός & Αντικείμενα της μελέτης                                                                                 | 54  |
| Υποθέσεις εργασίας                                                                                               | 54  |
| Αναμενόμενα οφέλη                                                                                                | 55  |
| Υλικά & Μέθοδοι                                                                                                  | 56  |
| Κατασκευή των δειγμάτων                                                                                          | 56  |
| Προσκόλληση βλαστοκονιδίων <i>C. albicans</i> στα μαλακά επιστρώματα<br>μετά την εμφύτευσή τους σε τεχνητό σάλιο | 62  |
| Προσκόλληση βλαστοκονιδίων <i>C. albicans</i> στα μαλακά επιστρώματα<br>μετά την εμφύτευσή τους σε φυσικό σάλιο  | 63  |
| Υπολογισμός απαραίτητου μεγέθους δείγματος                                                                       | 67  |
| Στατιστική Ανάλυση                                                                                               | 67  |
| Αποτελέσματα                                                                                                     | 68  |
| Συζήτηση                                                                                                         | 79  |
| Περιορισμοί της μελέτης                                                                                          | 87  |
| Προστάσεις για μελλοντική έρευνα                                                                                 | 88  |
| Συμπεράσματα                                                                                                     | 89  |
| Βιβλιογραφία                                                                                                     | 90  |
| Παράρτημα                                                                                                        |     |
| Δημοσιεύσεις                                                                                                     | 113 |
| Επιτοίχια ανακοίνωση                                                                                             | 132 |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Σκοπός της μελέτης:** Η γνώση που αφορά την ποσοτικοποίηση του αριθμού των βλαστοκονιδίων *Candida albicans* που προσκολλώνται στην επιφάνεια των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, είναι περιορισμένη. Ο στόχος αυτής της εργαστηριακής μελέτης ήταν να παρατηρήσει την προσκόλληση του ζυμομύκητα *C. albicans* στην επιφάνεια 5 μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, χρησιμοποιώντας τεχνητό και ανθρώπινο σάλιο.

**Υλικά και μέθοδος:** Πενήντα (50) δοκίμια (διαστάσεων 10×10×3 mm) κατασκευάστηκαν από την συγκόλληση 5 μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων [Molloplast B (MB); GC Reline Soft (GCRS); Elite Soft Relining (ESR); Tokuyama Sofreliner S (TSS); Ufigel SC (USC)], σε βάσεις οδοντοστοιχιών, που προήλθαν εφαρμόζοντας ψηφιακές μεθόδους (CAD/CAM). Τα δοκίμια ομογενοποιήθηκαν και επώαστηκαν σε τεχνητό σάλιο με αποικίες *C. albicans*, για 1 ώρα και 24 ώρες. Εν συνεχεία, το εναιώρημα φυγοκεντρήθηκε και φωτομετρήθηκε ώστε να έχει συγκεκριμένη οπτική πυκνότητα ( $2.8 \times 10^6$  cfu/ml) μετά την επώαση του σε φυσικό σάλιο για 3 εβδομάδες. Μετά την ολοκλήρωση της επώασης, τα δείγματα βάφτηκαν με χρωστική acridine orange και μελετήθηκαν με φθορίζων μικροσκόπιο.

**Αποτελέσματα:** Παρατηρήθηκε πρόωμη προσκόλληση και μεγαλύτερη στατιστικά αύξηση του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. albicans* στο MB, σε σχέση με τα υπόλοιπα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα για χρήση στο οδοντιατρείο, στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στη 1 ώρα, στις 24 ώρες και στις 3 εβδομάδες. Ο μέσος όρος των βλαστοκονιδίων του ζυμομύκητα *C. albicans* αυξήθηκε στην πρόσθια επιφάνεια, μετά τις πρώτες 24 ώρες εμβάπτισης σε τεχνητό σάλιο. Το υλικό ESR εμφάνισε σημαντικά μεγαλύτερο μέσο αριθμό βλαστοκονιδίων, σε σχέση με το TSS,  $p=0.006$  and GCRS,  $p < 0.001$  μετά από 3 εβδομάδες εμβάπτισης. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες αλλαγές μεταξύ των υλικών.

Όσον αφορά τον ρυθμό αποικισμού των υλικών από τον ζυμομύκητα *C. albicans* μεταξύ 1 και 24 ωρών εμβάπτισης σε τεχνητό σάλιο, σημειώθηκε αύξηση σε όλα τα υλικά (Molloplast B,  $p < 0.001$ ; GC Reline Soft,  $p=0.220$ ; Elite Soft Relining,  $p=0.032$ ; Tokuyama Sofreliner, S,  $p=0.001$ ; Ufigel SC,  $p=0.001$ ). Το Ufigel SC σημείωσε 2.5 φορές μεγαλύτερη αλλαγή στις 24 ώρες και στατιστικώς σημαντική

αύξηση σε σχέση με τα υλικά TSS and GCRS στις 3 εβδομάδες εμφάνισης σε φυσικό σάλιο.

Τρεις εβδομάδες μετά την εμφάνισή τους σε φυσικό σάλιο, εξετάζοντας τον μέσο αριθμό βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των 2 υλικών στα δοκίμια, οι πρόσθιες επιφάνειες των MB και ESR κατέδειξαν σημαντικά μεγαλύτερη αλλαγή, σε σχέση με την πλαϊνή τους επιφάνεια ( $p=0.024$  και  $p=0.007$  αντίστοιχα), ενώ η πρόσθια επιφάνεια του TSS,  $p=0.010$  σημείωσε την μικρότερη αλλαγή, σε σχέση με την πλαϊνή επιφάνειά του.

**Συμπεράσματα:** Στην πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια όλων των μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, παρατηρήθηκε σταδιακά σημαντική αύξηση της ποσότητας των *C. albicans* βλαστοκονιδίων. Η κάλυψη των προσθετικών αυτών υλικών από το ζυμομύκητα *C. albicans*, που αυξάνεται ποσοτικά μέσα στον χρόνο, δημιουργεί κλινικούς προβληματισμούς.

## ABSTRACT

**Aim of the study:** Knowledge on the quantification of the number as well as the retention and adhesion of *Candida albicans* blastoconidia on silicone denture liners is limited. Thus, the aim of this in vitro study was to explore the adherence of *C. albicans* to the surface of five long-term silicone-based soft denture lining materials, using artificial and human saliva.

**Materials and methods:** A total of 50 specimens (10×10×3 mm) of five long-term resilient liners [Molloplast B (MB); GC Reline Soft (GCRS); Elite Soft Relining (ESR); Tokuyama Sofreliner S (TSS); Ufigel SC (USC)], bonded to a computer-aided design and computer-aided manufacturing denture base, were prepared. The specimens were inoculated and incubated in artificial saliva for 1 and 24 hours with a standardized ( $2.8 \times 10^6$  cfu/ml) *C. albicans* suspension and in natural saliva over a period up to 3 weeks. At the end of the incubation period, the specimens were stained with acridine orange and observed using fluorescence microscopy.

**Results:** After 1 hour, in 24 hours and 3 weeks, MB demonstrated significantly earlier adherence of *C. albicans* cells and higher change compared to the other chairside materials, where the mean number of cells also increased in the frontal parts after 24 hours. ESR had significant higher mean number of blastoconidia compared to TSS,  $p=0.006$  and GCRS,  $p < 0.001$  materials at 3 weeks. No other differences were observed between the other materials.

Regarding the rate of *C. albicans* proliferation from 1 to 24 hours immersion in artificial saliva, there was an increase in all materials (Molloplast B,  $p < 0.001$ ; GC Reline Soft,  $p=0.220$ ; Elite Soft Relining,  $p=0.032$ ; Tokuyama Sofreliner S,  $p=0.001$ ; Ufigel SC,  $p=0.001$ ). The Ufigel Sc showed a significant 2.5-fold increase at 24 hours and significantly higher change compared to TSS and GCRS materials at 3 weeks immersed in natural saliva.

Regarding the mean number of *C. albicans* blastoconidia between the two parts at 3 weeks within the materials, the frontal part of MB and ESR demonstrated greater change compared to the lateral part ( $p=0.024$  and  $p=0.007$  respectively), while the frontal part of TSS,  $p=0.010$  indicated lower change compared to the lateral part.

**Conclusions:** Long-term silicone denture liners accumulated a significant amount of *C. albicans* blastoconidia in their frontal and lateral part. Their coverage by *C. albicans* cells increases progressively over time and raises clinical concerns.

## **ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## **Εισαγωγή**

### **1. Ολική νωδότητα & Ολικές Οδοντοστοιχίες**

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, το 30% του ανθρώπινου πληθυσμού ηλικίας 65-74 ετών στερείται φυσικών δοντιών.<sup>1,2</sup> Συνυπολογίζοντας τη διαφαινόμενη αύξηση και την ηλικιακή διαφοροποίηση του παγκόσμιου πληθυσμού, ο αριθμός των ολικά νωδών ασθενών αυξάνεται σημαντικά.<sup>3,4</sup> Αν και ο επιπολασμός των ολικά νωδών ασθενών τείνει να μειωθεί στις χώρες με υψηλό βιοτικό επίπεδο<sup>1,2</sup>, το χαμηλό μορφωτικό επίπεδο που συνδέεται με την κακή οικονομική κατάσταση και το κάπνισμα αποτελούν παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση νόσων, που οδηγούν σε απώλεια δοντιών.<sup>5,6</sup> Στην Ελλάδα, τα ποσοστά των νωδών ασθενών παραμένουν σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες.<sup>7</sup>

Η αποκατάσταση της λειτουργίας, της αισθητικής και της άνεσης του ολικά νωδού ατόμου με ολικές οδοντοστοιχίες αποτελεί στις περισσότερες περιπτώσεις θεραπεία επιλογής<sup>8-12</sup> μολονότι υποστηρίζεται βιβλιογραφικά ότι καλύπτουν στο ελάχιστο τις ψυχολογικές και κοινωνικές ανάγκες του ασθενή.<sup>13,14</sup>

## **2. Υλικό βάσης Ολικών Οδοντοστοιχιών και η σχέση του με το στοματικό περιβάλλον**

### **2.1 *Εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη***

Το **πολυμεθακρυλικό μεθύλιο (PMMA)** χρησιμοποιείται για την κατασκευή της βάσης των οδοντοστοιχιών. Η μακροχρόνια χρήση της εν θερμώ πολυμεριζόμενης ακρυλικής ρητίνης οφείλεται στις καλές μηχανικές ιδιότητες που παρουσιάζει, τα ικανοποιητικά αισθητικά αποτελέσματα, το χαμηλό κόστος, αλλά και στην ευκολία κατά τη χρήση και την επιδιόρθωση.<sup>15-17</sup>

Σε ορισμένες περιπτώσεις όμως, η αδρότητα της επιφάνειας του υλικού (surface roughness) το μετατρέπει σε πεδίο προσκόλλησης και αποικισμού μικροοργανισμών του στόματος και προκαλούνται ερεθισμοί και δυσανεξία στους ιστούς του στοματικού βλεννογόνου.<sup>12,18</sup>

Η διάχυση της περίσσειας του υπολειπόμενου μονομερούς, που συνοδεύει τον πολυμερισμό του PMMA, ευθύνεται για την πρόκληση αλλεργικών αντιδράσεων. Επιπρόσθετα η ύπαρξη υπολειπόμενου μονομερούς οδηγεί στη δημιουργία πορώδους επιφάνειας και στο σχηματισμό ρωγμών στη μάζα του υλικού μετά από έντονη μηχανική κόπωση. Τα φαινόμενα αυτά εντείνονται σε μη ελεγχόμενες ή υψηλές θερμοκρασιακές συνθήκες κατά τον πολυμερισμό και σε μη ομογενοποίηση του υλικού κατά την ανάμιξη.<sup>19,20</sup>

Το υλικό αυτό εμφανίζει υψηλή συστολή πολυμερισμού, που μπορεί να φτάσει το 0,9%.<sup>21</sup> Η γραμμική αλλά και ογκομετρική αλλαγή των διαστάσεων του υλικού, που μπορεί να φτάσει το 1mm, οδηγεί σε ανακρίβειες, που αφορούν στην εφαρμογή της οδοντοστοιχίας με τους υποκείμενους ιστούς.<sup>22</sup> Αυτή η απόκλιση στην διεπιφάνεια της εσωτερικής επιφάνειας της κινητής εργασίας με τους υποκείμενους μαλακούς ιστούς μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα συγκράτησης και ευστάθειας της οδοντοστοιχίας ακόμη και θραύση της.<sup>23</sup>

Στα μειονεκτήματα της ακρυλικής ρητίνης ανήκει η συνεχής απορρόφηση και η αποβολή νερού σε συνθήκες υγρασίας και ξηρότητας αντίστοιχα, με αποτέλεσμα την αμφίδρομη μεταβολή των διαστάσεών της.<sup>24</sup> Η απορρόφηση του νερού συνδέεται με την ικανότητα συγκέντρωσης, προσκόλλησης και αποικισμού μικροοργανισμών της χλωρίδας του στόματος στις επιφάνειες των οδοντοστοιχιών. Ο μηχανισμός αυτός ενισχύεται από την κακή υγιεινή των οδοντοστοιχιών για μεγάλο χρονικό διάστημα.<sup>25</sup>

## **2.2 Υλικά πολυμεθακρυλικού μεθυλίου για ψηφιακή κατασκευή Ολικών Οδοντοστοιχιών**

Η αλματώδης εξέλιξη της ψηφιακής Οδοντιατρικής τα τελευταία χρόνια έχει επηρεάσει και τον τρόπο κατασκευής των σύγχρονων προσθετικών αποκαταστάσεων.<sup>18</sup> Το 1994 έγινε η πρώτη προσπάθεια κατασκευής ολικής οδοντοστοιχίας με υπολογιστικά υποβοηθούμενη σχεδίαση (Computer Aided Design) και υπολογιστικά καθοδηγούμενη κατασκευή (Computer Assisted Manufacturing).<sup>26</sup> Η συνεχιζόμενη εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών προσφέρει μία εκθετική αύξηση στον αριθμό των υλικών, που διατίθενται στην αγορά και αφορούν τις CAD/CAM οδοντοστοιχίες και έχουν ως βάση το μεθακρυλικό μεθύλιο.<sup>27,28</sup> Οι πλέον σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής των ψηφιακών ακρυλικών κινητών προσθέσεων περιλαμβάνουν:<sup>29</sup>

- ✓ την αφαιρετική τεχνική (subtractive), που συνδέεται με την μηχανική κοπή προκατασκευασμένων εμπορικώς διαθέσιμων μονολιθικών δίσκων πολυμεθυλ μεθακρυλικού μεθυλίου (PMMA). Κωδικοποιημένες εντολές οι οποίες συντάσσονται στο ψηφιακό λογισμικό σχεδίασης (CAD software), λαμβάνονται ως συντεταγμένες από το λογισμικό κοπής (CAM software) για τη λειτουργία ειδικού κοπτικού μηχανήματος (CNC milling units), μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (H/Y)
- ✓ την τεχνική πρόσθεσης υλικού (additive manufacturing) και αφορά στις τρισδιάστατα εκτυπωμένες (3D printing) οδοντοστοιχίες

Τα πλεονεκτήματα της αφαιρετικής τεχνικής είναι:<sup>12,30</sup>

- ✓ ο περιορισμός σε σημαντικό βαθμό του χρόνου αλλά και του αριθμού των κλινικών επισκέψεων, βελτιώνοντας την εμπειρία και την αποδοχή του σχεδίου θεραπείας από τον ασθενή
- ✓ η μείωση των συμβατικών εργαστηριακών σταδίων και η τυποποίηση του ψηφιακού εργαστηριακού πρωτοκόλλου
- ✓ η εξαιρετική ακρίβεια διαστάσεων κατά την διαδικασία κοπής της οδοντοστοιχίας
- ✓ η άριστη ενδοστοματική εφαρμογή της κινητής προσθετικής εργασίας
- ✓ η αποθήκευση των ψηφιακών αρχείων, τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε πιθανή ανάγκη αντικατάστασης ή δημιουργίας μίας επιπλέον οδοντοστοιχίας

Η χρήση των προπολυμερισμένων μονολιθικών δίσκων PMMA προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:<sup>12,30-34</sup>

- ✓ αναλλοίωτη διατήρηση των εργοστασιακών φυσικοχημικών και μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού
- ✓ μεγαλύτερη αντοχή στην κάμψη (flexural strength) και στην κρούση (impact strength), βελτιωμένη σκληρότητα (hardness), μικρότερη ψαθυρότητα (brittleness) και χαμηλότερο μέτρο ελαστικότητας (elastic modulus)
- ✓ μικρότερη επιφανειακή αδρότητα σε βάθος χρόνου, διότι ασκείται αυξημένη πίεση κατά την διάρκεια πολυμερισμού του υλικού, με αποτέλεσμα τον περιορισμό προσκόλλησης και αποικισμού μικροοργανισμών, όπως του ζυμομύκητα *C. albicans*
- ✓ απουσία διάχυσης και εξάτμισης υπολειπόμενου μονομερούς στους μαλακούς ιστούς

Η κατασκευή ψηφιακών τεχνητών οδοντοστοιχιών με την μέθοδο της μηχανικής κοπής παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα:<sup>18,30,33</sup>

- ✓ απώλεια υλικού, αφού δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον δίσκο του υλικού στο σύνολό του
- ✓ αντικατάσταση αναλωσίμων, λόγω της φθοράς των φρεζών κοπής και συντήρησης του μηχανήματος
- ✓ μονοχρωματικά τεχνητά δόντια, που παρέχουν περιορισμένα αισθητικά αποτελέσματα

Οι κυριότερες εταιρίες, που προσφέρουν ακρυλικές οδοντοστοιχίες με την αφαιρετική μέθοδο κοπής από προπολυμερισμένους ακρυλικούς δίσκους PMMA είναι οι εξής: Zirkonzahn Denture System (Zirkonzahn, Italy), Ivoclar Digital Denture (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), Vita Vionic (Vita Zahnfabrik, Germany), AvaDent Digital Dentures Bonded Teeth (AvaDent, USA) και η Baltic Denture System (Merz Dental, Germany). Πρόσφατα δημιουργήθηκαν μονολιθικοί δίσκοι, που δίνουν την δυνατότητα σύγχρονης κοπής βάσης οδοντοστοιχιών (denture base) και τεχνητών δοντιών οδοντοστοιχίας (artificial denture teeth).<sup>29</sup>

Εναλλακτικά, η κατασκευή κινητών προσθετικών εργασιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση τρισδιάστατων εκτυπωτών (3D printers). Οι συγκεκριμένες συσκευές φωτοπολυμερίζουν την υγρή ακρυλική ρητίνη στοιβάδα, προς στοιβάδα, δημιουργώντας την τεχνητή οδοντοστοιχία, είτε με την χρήση ενός σημειακού laser (laser spot), που εκλύει υπεριώδη ακτινοβολία (SLA printers), είτε με την χρήση ενός βιντεοπροβολέα, που περιέχει εκατοντάδες μικροκάτοπτρα και εκπέμπει LED (Light Emitting Diode) φως (DLP printers).<sup>12,30,35</sup>

Η χρήση των εκτυπωμένων μονολιθικών ολικών οδοντοστοιχιών προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με τις μηχανές κοπής:<sup>12,18,30</sup>

- ✓ λιγότερη απώλεια υλικού
- ✓ ικανοποιητική αισθητική
- ✓ χαμηλότερο κόστος εξοπλισμού
- ✓ ανοικτά συστήματα λογισμικών που εξελίσσονται διαρκώς
- ✓ δυνατότητα εκτύπωσης κινητών προσθετικών εργασιών στο οδοντιατρείο

Η κατασκευή ψηφιακών τεχνητών οδοντοστοιχιών με την μέθοδο της προσθετικής τεχνικής παρουσιάζει όμως και μειονεκτήματα:<sup>12,18,30</sup>

- ✓ συστολή πολυμερισμού, που δημιουργείται από την ανάγκη για συμπληρωματικό φωτοπολυμερισμό του υλικού. Η παρουσία υπολειπόμενου μονομερούς ακρυλικής ρητίνης κατά την φάση του φωτοπολυμερισμού ελλοχεύει τον κίνδυνο δημιουργίας πόρων και ρίκνωσης του υλικού
- ✓ κίνδυνος δημιουργίας ρωγμών και κατ' επέκταση θραύση της οδοντοστοιχίας, που περιορίζουν την μακροβιότητα της κινητής αποκατάστασης
- ✓ αδυναμία σταθερότητας διαστάσεων, που οδηγεί σε ανακρίβειες εφαρμογής, σταθερότητας και συγκράτησης της κινητής προσθετικής εργασίας
- ✓ υποβαθμισμένες μηχανικές ιδιότητες της φωτοπολυμεριζόμενης ακρυλικής ρητίνης σε σχέση με αυτές των προπολυμερισμένων δίσκων PMMA, που περιορίζουν την αντοχή της αποκατάστασης
- ✓ αυξημένη επιφανειακή αδρότητα και πορότητα των συγκεκριμένων υλικών, που ευνοούν την προσκόλληση μικροοργανισμών της χλωρίδας του στόματος και την συγκέντρωση χρωστικών.



### **3. Μαλακά επιστρώματα οδοντοστοιχιών**

Τα μαλακά επιστρώματα των οδοντοστοιχιών τοποθετούνται στην προς τους ενδοστοματικούς ιστούς επιφάνεια, προσδίδοντας ακριβή εφαρμογή με τον υποκείμενο στοματικό βλεννογόνο.<sup>36</sup> Εμφανίστηκαν στον χώρο της Οδοντιατρικής με σκοπό την απορρόφηση και την καλύτερη κατανομή των δυνάμεων μάσησης, κατάποσης άλλα και των έντονων δυνάμεων που αναπτύσσονται από υποσυνείδητες παραλειτουργικές δραστηριότητες, όπως ο βρυγμός.<sup>36-38</sup> Βρίσκουν ιδιαίτερη εφαρμογή σε ασθενείς με ανατομικές ιδιαιτερότητες των γνάθων τους.<sup>39</sup>

Με την πάροδο των χρόνων οι νωδές φατνιακές ακρολοφίες υπόκεινται σε σταδιακή απορρόφηση του οστού και σε συνδυασμό με τις δομικές αλλαγές που παρατηρούνται στις οδοντοστοιχίες, εμφανίζονται αναπόφευκτα προβλήματα συγκράτησης, σταθερότητας και εφαρμογής των κινητών προσθετικών εργασιών. Παράλληλα, δύναται να προκληθούν σύνθετα προβλήματα, όπως μείωση της κάθετης διάστασης σύγκλεισης, παρεκτόπιση του μασητικού επιπέδου και έλλειψη στήριξης των ιστών του προσώπου.<sup>10,19,40</sup> Η αναπροσαρμογή βάσης των οδοντοστοιχιών με τα μαλακά επιστρώματα παρατείνει τις λειτουργικές, αισθητικές αλλά και εμβιομηχανικές απαιτήσεις του στοματογναθικού συστήματος, αυξάνοντας το χρόνο ζωής των συγκεκριμένων προσθετικών αποκαταστάσεων.<sup>11,19,20,25,40</sup> Σφάλματα όμως στην κατασκευή των κινητών προσθετικών εργασιών, όπως λανθασμένη κάθετη διάσταση σύγκλεισης, προβλήματα στη σύνταξη των τεχνητών δοντιών, υπερεκτατικά πτερύγια, κακή διαμόρφωση λείων επιφανειών, περιορισμένο πάχος βάσης της οδοντοστοιχίας κρίνουν ανεπαρκή τη χρήση των μαλακών επιστρωμάτων και η δημιουργία νέων οδοντοστοιχιών αποτελεί μονόδρομο.<sup>25,40</sup> Η αποτελεσματικότητα των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών εξαρτάται από την αρτιότητα των σταδίων κατασκευής τους.

#### **3.1. Ιστορική Ανασκόπηση των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών**

Η πρώτη βιβλιογραφική αναφορά χρήσης μαλακού επιστρώματος έρχεται από τον Twichell το 1869 όταν και χρησιμοποιήθηκε το βουλκανισμένο καουτσούκ, ένα θερμοπλαστικό, που έχει τη δυνατότητα να διαμορφωθεί, ενώ παράλληλα χαρακτηρίζεται από την αντοχή του να απορροφάει τις έντονες δυνάμεις μάσησης και κατάποσης.<sup>41,42</sup> Μετά από περίπου 70 χρόνια απουσίας των συγκεκριμένων υλικών από το οδοντιατρικό προσκήνιο, επανεμφανίζονται, στις αρχές της δεκαετίας του 1940, όταν και επαναχρησιμοποιείται το βουλκανισμένο καουτσούκ ως υλικό

κατασκευής οδοντοστοιχιών συνδυαστικά με ακρυλικό μαλακό επίστρωμα.<sup>43</sup> Το 1943 παρουσιάστηκε ένα νέο είδος υβριδικού μαλακού επιστρώματος με βάση την πλαστικοποιημένη πολυβινυλ-ακρυλική ρητίνη (plasticized polyvinyl resin).<sup>44-46</sup> Προβλήματα στα συγκεκριμένα υλικά παρουσιάστηκαν σε σύντομο χρονικό διάστημα, λόγω απώλειας (leaching out) του πλαστικοποιητή, που περιείχε αρωματικούς εστέρες καρβοξυλικού οξέος (esters of aromatic carboxylic acid) και προκαλούσαν με τη σειρά τους ανεπιθύμητες βιολογικές επιπτώσεις.<sup>47,48</sup> Τα επόμενα χρόνια αποτέλεσαν εφαλτήριο για σοβαρές προσπάθειες βελτίωσης και εξέλιξης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων, δυστυχώς όμως προβλήματα όπως η απώλεια σύνδεσης με την αποτυπωτική επιφάνεια των οδοντοστοιχιών, η γρήγορη μεταβολή διαστάσεων και η χαμηλή αντίσταση στην τριβή, έκριναν αμφίβολη την χρήση τους στην καθημερινή κλινική πράξη.<sup>10,20,43</sup>

Σιλικονούχα πολυμερή επιστρώματα με βάση τη διμεθυλσιλοξάνη εμφανίστηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία για πρώτη φορά το 1958, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 1960 έκαναν την εμφάνιση τους τα αυτο-πολυμεριζόμενα ή πολυμεριζόμενα σε θερμοκρασία δωματίου σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (room temperature vulcanizing soft liners).<sup>49,50</sup>

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη της σύνθεσης των μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων για χρήση στο οδοντιατρείο (MΣΜΕ) και των τεχνικών κλινικής εφαρμογής τους, οδήγησαν στην δημιουργία διάφορων σκευασμάτων που προτείνονται για την άμεση αναπροσαρμογή της βάσης μιας οδοντοστοιχίας.

### **3.2. Λειτουργία των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών**

Η μετάβαση από την ενόδοντη στην ολικά νωδή κατάσταση προκαλεί αξιοσημείωτες αλλαγές στην λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος. Στους ενόδοντες οι ισχυρές μασητικές φορτίσεις μεταφέρονται από τα δόντια διαμέσου του περιοδοντικού συνδέσμου, που έχει τον ρόλο «ελάσματος», στο οστικό υπόστρωμα. Στην ολική νωδότητα οι ίδιες δυνάμεις μεταφέρονται στο βλεννογονοπεριόστεο διαμέσου της τεχνητής οδοντοστοιχίας.<sup>51</sup> Με την πάροδο του χρόνου, ο στοματικός βλεννογόνοος χάνει σταδιακά την ελαστικότητά του (elasticity) και γίνεται λεπτότερος και ατροφικός. Οι μασητικές φορτίσεις επιβαρύνουν πλέον το υποκείμενο οστό και κυρίως τις κορυφές της υπολειμματικής φατνιακής ακρολοφίας.<sup>51</sup> Το μέτρο ελαστικότητας της ολικής οδοντοστοιχίας (2500 Mpa) είναι σαφώς μεγαλύτερο από αυτό του στοματικού βλεννογόνου (1,25-5 Mpa).<sup>52</sup> Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε

τραυματισμό, δημιουργία οιδήματος στην περιοχή έδρασης της κινητής πρόσθεσης, άλγους και έντονης δυσανεξίας του ασθενή σε κάθε μασητικό κύκλο.<sup>53</sup> Στην βιβλιογραφία τονίζεται ότι τα υλικά αυτά δρουν ως μαξιλάρι (cushioning effect) μεταξύ της σκληρής ακρυλικής βάσης της οδοντοστοιχίας και του υποκείμενου στοματικού βλεννογόνου, αποσβένοντας ένα σημαντικό ποσοστό των μασητικών φορτίσεων, ενώ ταυτόχρονα διασπείρουν τις υπολειπόμενες δυνάμεις σε μεγαλύτερη έκταση, προκαλώντας τη μικρότερη δυνατή μετατόπιση των ιστών της στοματικής κοιλότητας.<sup>38,53-56</sup>

Το κύριο χαρακτηριστικό των μαλακών επιστρωμάτων είναι η ευκαμψία (resiliency), δηλαδή η ιδιότητά τους να απορροφούν μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας σε σχέση με τους ιστούς του στόματος, να παραμορφώνονται λιγότερο και τελικά να επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση απελευθερώνοντας την υπολειπόμενη πλέον ενέργεια.<sup>54,57</sup> Στα υλικά αυτά δεν κυριαρχεί η ελαστικότητα, διότι σε αντίθετη περίπτωση η οδοντοστοιχία θα είχε την τάση να αναπηδά από την υπολειμματική φατνιακή ακρολοφία σε κάθε μασητική φόρτιση.<sup>51</sup>

Βασικό ρόλο των μαλακών επιστρωμάτων αποτελεί η βελτίωση της εφαρμογής των οδοντοστοιχιών σε σχέση με τον υποκείμενο βλεννογόνο, αναπροσαρμόζοντας την εσωτερική επιφάνειά τους (intaglio/impression).<sup>58</sup> Εφαρμόζονται στην αποτυπωτική επιφάνεια των Ολικών Οδοντοστοιχιών (Ο.Ο.) με την τεχνική της έγχυσης ή της επίστρωσης, ακολουθώντας πάντα τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το ελάχιστο πάχος τους θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 2-3 χιλιοστών.<sup>59</sup> Στην περίπτωση που το πάχος είναι μικρότερο, δεν μπορούν να αναπτυχθούν πλήρως όλες οι δυνατότητες του υλικού, ενώ στην περίπτωση που το πάχος του ξεπεράσει τα 3 χιλιοστά, δεν παρατηρείται βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού.<sup>59,60</sup>

### 3.3. Ταξινόμηση των μαλακών επιστρώματων των οδοντοστοιχιών

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO), (ISO/FDIS 10139-2), κατηγοριοποιεί τα μαλακά επιστρώματα ανάλογα με τη χρονική διάρκεια που παραμένουν λειτουργικά στο στοματικό περιβάλλον σε (Εικόνα 1):<sup>10,19,20,25,52,61</sup>

- ✓ Προσωρινά μαλακά επιστρώματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από λίγες μέρες έως 1 μήνα (Temporary soft lining denture materials/ Tissue conditioners).
- ✓ Μακράς διαρκείας ή Μόνιμα μαλακά επιστρώματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πάνω από 30 ημέρες έως 12 μήνες (Long term or permanent soft lining denture materials).

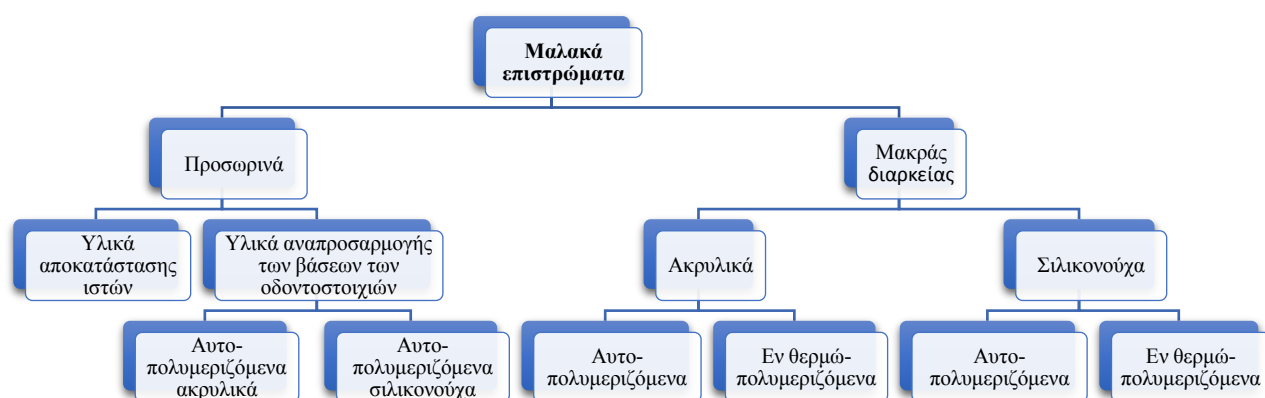
Η χρήση του όρου «μακράς διαρκείας» (long term) φαίνεται πιο δόκιμη έναντι του όρου «μόνιμα» (permanent) μαλακά επιστρώματα, που αρχικά χρησιμοποιήθηκε, λόγω του περιορισμένου λειτουργικού χρόνου ζωής, που παρουσιάζουν τα συγκεκριμένα υλικά.<sup>10,20,52,62,63</sup>

Ανάλογα με την χημική τους σύνθεση διακρίνονται σε (Εικόνα 1):<sup>10,19,20,25,49,50,52</sup>

1. Ακρυλικά μαλακά επιστρώματα (Acrylic soft denture lining materials)
2. Σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (Silicone soft denture lining materials)

Ανάλογα με τον τρόπο πολυμερισμού διακρίνονται σε (Εικόνα 1):<sup>19,20,25,52</sup>

1. Αυτο-πολυμεριζόμενα (Auto-polymerized /Room Temperature Vulcanizing soft denture lining materials)
2. Εν θερμώ πολυμεριζόμενα (Heat-polymerized soft denture lining materials)



**Εικόνα 1.** Κατηγοριοποίηση των μαλακών επιστρώματων των οδοντοστοιχιών ανάλογα με τον λειτουργικό χρόνο ζωής τους, τη χημική τους σύνθεση και τον τρόπο πολυμερισμού.

### 3.4. Χημική σύνθεση των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών

#### 3.4.1. Προσωρινά μαλακά επιστρώματα των οδοντοστοιχιών

##### 3.4.1.1. Υλικά αποκατάστασης ιστών (Tissue conditioners)

Τα συγκεκριμένα σκευάσματα πρωτοπαρουσιάστηκαν και εφαρμόστηκαν κλινικά το 1961 από τον Chase.<sup>64</sup> Διατίθενται εμπορικά με τη μορφή σκόνης/υγρού (Πίνακας 1). Η σκόνη περιέχει πολυ-μεθακρυλικό αιθύλιο (PEMA), ενώ δεν περιέχει ενεργοποιητές.<sup>65,66</sup> Το υγρό είναι μίγμα αιθυλικής αλκοόλης με αρωματικούς εστέρες καρβοξυλικού οξέος (esters of aromatic carboxylic acid) και δεν περιέχει μονομερές.<sup>19,20,25,52,65,67,68</sup> Η ιδανική αναλογία ανάμιξης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή είναι 1:1,5 (σκόνη/υγρό).<sup>69</sup> Μπορεί όμως να τροποποιηθεί με ασφάλεια επειδή δεν πραγματοποιείται καμία χημική αντίδραση, αλλά εξελίσσεται μια φυσική διαδικασία.<sup>10,42,52</sup>

**Πίνακας 1.** Χημική σύνθεση υλικών αποκατάστασης ιστών

| Σκόνη                             | Υγρό                                                                                                                           |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Πολυμεθακρυλικό αιθύλιο<br>(PEMA) | Αιθυλική αλκοόλη (7,5 %-40 %)<br>+<br>Αρωματικοί εστέρες καρβοξυλικού οξέος<br>(Βουτλφθαλνυλ-Βουτλγλυκόλη/<br>διβουτλφθαλεΐνη) |

Κατά την ανάμιξη σκόνης/υγρού δημιουργείται ένα κολλοειδές πήγμα (gel), με σταδιακά αυξανόμενο ιξώδες.<sup>19,20,52,67</sup> Το κολλοειδές πήγμα αποκτά με την παρέλευση του χρόνου πήξης, συνεκτική δύναμη και συνδέεται ισχυρά με την ακρυλική βάση της οδοντοστοιχίας.<sup>42,52</sup> Οι πλαστικοποιητές που περιέχουν τα υλικά αυτά είναι χαμηλού μοριακού βάρους και χαμηλού σημείου υαλώδους μετάπτωσης με σκοπό τη βελτίωση της ελαστικότητας των υλικών αυτών.

Τις πρώτες 24-36 ώρες το υλικό διαμορφώνεται και προσαρμόζεται στους υποκείμενους μαλακούς ιστούς, διατηρώντας στενή επαφή.<sup>20,42,52</sup> Η σταδιακή απώλεια της αιθυλικής αλκοόλης και των πλαστικοποιητών, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη απορρόφηση νερού οδηγεί στην απώλεια της ιξωδοελαστικής συμπεριφοράς του υλικού, το οποίο βαθμιαία σκληραίνει και συρρικνώνεται.<sup>10,42,52</sup> Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται τακτικός επανέλεγχος και αντικατάστασή τους σε χρονικό διάστημα λιγότερο των 2 εβδομάδων.<sup>10,19,42,52,70</sup>

### 3.4.1.2. Υλικά αναπροσαρμογής των βάσεων των οδοντοστοιχιών (Temporary soft denture lining materials)

#### 3.4.1.2.1. Αυτο-πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα

Η χημική σύνθεση των αυτο-πολυμεριζόμενων ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων εμφανίζει πολλές ομοιότητες με τα υλικά αποκατάστασης ιστών (Πίνακας 2).<sup>52</sup> Τα υλικά αυτά είναι διαθέσιμα στο εμπόριο με τη μορφή σκόνης/υγρού. Μετά τη διαδικασία του πολυμερισμού (χημική αντίδραση) γίνονται σταδιακά σκληρότερα, όμως διατηρούν τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (1-2 μήνες), σε σχέση με τα υλικά αποκατάστασης των ιστών.

**Πίνακας 2.** Χημική σύνθεση προσωρινών αυτο-πολυμεριζόμενων ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων

| Σκόνη                                                 | Υγρό                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Πολυμεθακρυλικό αιθύλιο<br>(PEMA)<br>+<br>Συμπολυμερή | Μεθακρυλικό μεθύλιο<br>(MMA)<br>+<br>Μεθακρυλικό αιθύλιο<br>(EMA)<br>+<br>Αρωματικοί εστέρες καρβοξυλικού οξέος<br>(φθαλικός εστέρας)<br>+<br>Αιθανόλη<br>+<br>Αρωματική τεταρτοταγής αμίνη |

Περιέχουν πλαστικοποιητή, ο οποίος απομακρύνεται σε υγρό περιβάλλον με αποτέλεσμα τη σταδιακή σκλήρυνση του υλικού.<sup>51,52,71</sup> Παράλληλα, περιέχεται τεταρτοταγής αμίνη, που έχει τον ρόλο του επιταχυντή.<sup>72</sup> Τέλος, σε αυτά τα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα παραμένει περισσότερο ελεύθερο μονομερές συγκριτικά με τα εν-θερμώ πολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα. Η παρουσία του υπολειπόμενου μονομερούς μπορεί να προκαλέσει βιολογικές επιπτώσεις στον στοματικό βλεννογόνο και να υποβαθμίσει τις μηχανικές ιδιότητες του υλικού.<sup>19,20,42,52,72,</sup>

#### 3.4.1.2.2. Αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα

Κυκλοφορούν στο εμπόριο ως μονοφασικά ή διφασικά συστήματα παρουσιάζοντας παρόμοια δομή με τα ελαστομερή αποτυπωτικά υλικά, έχοντας σαν βάση την διμεθυλπολυσιλοξάνη.<sup>54</sup> Το διφασικό σύστημα αποτελείται από πάστα-πάστα ή βάση

και υγρό καταλύτη. Όπως συμβαίνει κατά τον πολυμερισμό των αποτυπωτικών σιλικονών συμπύκνωσης, κατά την ανάμιξη των επιμέρους συστατικών, διενεργείται σταυροειδής σύνδεση (cross-linking) του ορθοπυριτικού αλκοοξέους και του καταλύτη, που περιέχει οκτανικό κασσίτερο.<sup>71,73</sup> Το παραπροϊόν της αντίδρασης είναι η αλκοόλη, με αποτέλεσμα ο χρόνος κλινικής χρήσης τους να είναι περιορισμένος.<sup>42</sup> Τα υλικά αυτά παρουσιάζουν μειωμένη συγκολλητική ικανότητα με την ακρυλική βάση της οδοντοστοιχίας. Για τον περιορισμό της πιθανότητας αποκόλλησης θεωρείται απαραίτητη η χρήση συγκολλητικού παράγοντα στην εσωτερική επιφάνεια της οδοντοστοιχίας.<sup>19,20,41,52,72,74</sup>

### 3.4.2. Μακράς διάρκειας μαλακά επιστρώματα οδοντοστοιχιών

#### 3.4.2.1. Αυτο-πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα

Η σύνθεση των αυτο-πολυμεριζόμενων ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Τα υλικά αυτά φέρονται στο εμπόριο με τη μορφή σκόνης/υγρού σε αναλογία 2/1 έως 3/1, ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Μετά την εφαρμογή τους στην αποτυπωτική επιφάνεια των οδοντοστοιχιών επέρχεται βραδεία σκλήρυνση του υλικού λόγω της εξόδου του πλαστικοποιητή στο στοματικό περιβάλλον, με πολύ βραδύτερο ρυθμό από αυτό των προσωρινών αυτο-πολυμεριζόμενων ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων.<sup>51,52,69,71</sup>

**Πίνακας 3.** Χημική σύνθεση αυτο-πολυμεριζόμενων μακράς διάρκειας ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων

| Σκόνη                                                 | Υγρό                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Πολυμεθακρυλικό αιθύλιο<br>(PEMA)<br>+<br>Συμπολυμερή | Μεθακρυλικό μεθύλιο<br>(MMA)<br>+<br>Μεθακρυλικό αιθύλιο<br>(EMA)<br>+<br>Αρωματικοί εστέρες καρβοξυλικού οξέος<br>(διβουτυλικός φθαλικός εστέρας)<br>+<br>Αιθανόλη<br>+<br>Αρωματική τεταρτοταγής αμίνη |

#### 3.4.2.2. Εν θερμώ πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα

Η σύνθεση των εν-θερμώ πολυμεριζόμενων ακρυλικών αναφέρεται στον Πίνακα 4. Τα υλικά αυτά κυκλοφορούν στο εμπόριο σε μορφή σκόνης/υγρού. Μετά την ανάμειξή τους αποκτούν μια ζυμώδη σύσταση (dough stage) και πολυμερίζονται για 2 ώρες στους 100<sup>0</sup> C. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία που αφορά στο πολυμεθακρυλικό μεθύλιο για την κατασκευή της βάσης των οδοντοστοιχιών. Μετά την ολοκλήρωση του πολυμερισμού, αποκτούν σκληρή υαλώδη σύσταση, που γίνεται πιο εύπλαστη όταν τοποθετηθούν στο στόμα λόγω της απορρόφησης νερού.<sup>52,71</sup> Τα υλικά αυτά μπορούν να παραμείνουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μαλακά συγκριτικά με τα αυτο-πολυμεριζόμενα μακράς διάρκειας ακρυλικά μαλακά

επιστρώματα, διότι οι μεθακρυλικές ομάδες είναι μεγάλου μοριακού βάρους και ο πλαστικοποιητής (φθαλικός εστέρας) βρίσκεται σε υψηλή περιεκτικότητα (μέχρι 50%).<sup>42,71,75</sup> Ο πλαστικοποιητής δεν λαμβάνει ενεργό συμμετοχή στην διαδικασία του πολυμερισμού αλλά δρα ως λιπαντικό μεταξύ των πολυμερών αλυσίδων των υλικών, μειώνοντας τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των πολυμερών αλυσίδων.<sup>71</sup> Με τον τρόπο αυτό οι αλυσίδες μετακινούνται πιο εύκολα αλλά δεν παραμορφώνονται εύκολα.<sup>75</sup>

**Πίνακας 4.** Χημική σύνθεση εν θερμώ πολυμεριζόμενων μακράς διάρκειας ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων

| Σκόνη                         | Υγρό                                                                                                                 |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Πολυ-υδροξυλ-αιθυλ-μεθακρύλιο | Βουτυλ-αιθυλ-υδροξυαιθυλ-μεθακρύλιο<br>+<br>Αρωματικοί εστέρες καρβοξυλικού οξέος<br>(διβουτυλικός φθαλικός εστέρας) |

#### 3.4.2.3. Αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα

Διατίθενται στο εμπόριο όπως και τα ελαστομερή αποτυπωτικά υλικά σε 2 κατηγορίες: μονοφασικά και διφασικά συστήματα. Τα διφασικά συστήματα είναι συνήθως σιλικόνες συμπύκνωσης (condensation curing silicones) και αποτελούνται από πάστα-πάστα ή πάστα και υγρό, ενώ τα μονοφασικά συστήματα είναι σιλικόνες προσθήκης (addition curing silicones) σε μορφή πάστας-πάστας και χρησιμοποιούνται με πιστόλι ανάμειξης 1:1. Ανήκουν στην οικογένεια των πολυμερών της διμεθυλοσιλοξάνης με ενισχυτικές πυριτιούχες ενώσεις (silica) και καταλύτη οκτανικό κασσίτερο.<sup>71,75</sup> Μετά την ανάμειξη των μονοφασικών υλικών και την έναρξη πολυμερισμού τους, πραγματοποιείται μια σταυροειδής σύνδεση (cross-linking) του ορθοπυριτικού του τετρααιθυλίου (tetraethyl orthosilicate) και του καταλύτη που περιέχει διλαυρικό διβουτυλο κασσίτερο (dibutyl tin dilaurate).<sup>73,75</sup> Η σύνδεση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι μετατρέπει το υλικό από πάστα-πάστα σε ελαστομερές.<sup>75</sup>

Αυτό που ποικίλει στα συγκεκριμένα υλικά είναι η περιεκτικότητά τους σε ενισχυτική ουσία (filler), η οποία βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες ή αυξάνει τον όγκο τους.<sup>71,75</sup> Η σύνδεσή τους με την ακρυλική βάση της οδοντοστοιχίας γίνεται με την χρήση συγκολλητικού παράγοντα.<sup>19,42,72,74</sup>

#### **3.4.2.4. Εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα**

Τα υλικά αυτά ανήκουν στην οικογένεια των πολυμερών της διμεθυλσιλοξάνης, έχουν ως ενισχυτικές ουσίες πυριτιούχες ενώσεις και φθοριούχο ασβέστιο. Η διαφορά με τα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα εντοπίζεται στον καταλύτη, ο οποίος στα συγκεκριμένα υλικά είναι μια οξυγονούχος ένωση.<sup>52,76</sup> Πολυμερίζονται σε ειδικές συσκευές για 2 ώρες στους 100<sup>0</sup> C. Δεν είναι απαραίτητη η χρήση συγκολλητικού παράγοντα διότι περιέχουν μεθακρυλική σιλοξάνη, που δημιουργεί απευθείας δεσμό με την ακρυλική βάση της οδοντοστοιχίας.<sup>19,42,72,74,76</sup> Κυκλοφορούν στο εμπόριο σε μορφή πάστας-πάστας ή πάστας-υγρού (σιλικόνες συμπύκνωσης), διατίθενται παράλληλα και ως μονοφασικά συστήματα πάστας-πάστας (σιλικόνες αθροιστικού τύπου).<sup>71,75,76</sup>

### **3.4.3. Άλλες κατηγορίες μαλακών επιστρώματων των οδοντοστοιχιών**

#### **3.4.3.1. Φωτοπολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα**

Έχουν βελτιωμένες φυσικοχημικές ιδιότητες σε σχέση με τα κλασσικά μαλακά επιστρώματα, χωρίς να υπάρχει όμως εκτενής και μακροχρόνια βιβλιογραφική αναφορά.<sup>77-80</sup> Το κύριο συστατικό τους αποτελεί το ελαστομερές του πολυισοπρενίου, το οποίο εμφανίζει μικρή διαλυτότητα σε υγρό περιβάλλον, εξαιρετική σύνδεση με την ακρυλική βάση της οδοντοστοιχίας και ικανοποιητική αντοχή στις δυνάμεις διάτμησης. Τέλος, η δυνατότητα των συγκεκριμένων υλικών να φωτοπολυμερίζονται δίνει στον οδοντίατρο επάρκεια χρόνου εργασίας και ακρίβεια επίστρωσής τους στις εσωτερικές επιφάνειες των κινητών προσθέσεων.<sup>81</sup>

#### **3.4.3.2. Μαλακά επιστρώματα ελαστομερούς/μεθακρυλικού**

Τα υλικά αυτά δημιουργούνται από την ανάμειξη ενός ελαστομερούς υλικού σε μορφή σκόνης και ενός μεθακρυλικού μονομερούς, που πολυμερίζεται και σχηματίζει ένα μαλακό συμπολυμερές χωρίς την ύπαρξη πλαστικοποιητών.<sup>66,82</sup> Τα συγκεκριμένα υβρίδια χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικές μηχανικές ιδιότητες, κρίνονται όμως ανεπαρκή για μακροχρόνια χρήση λόγω της μεγάλης απορρόφησης νερού και της εμφάνισης σημείων οξείδωσης.<sup>66,83</sup>

#### **3.4.3.3. Μαλακά επιστρώματα από φθοριωμένα συμπολυμερή (Fluorinated soft lining denture materials)**

Χαρακτηρίζονται από εξαιρετική σύνδεση με την ακρυλική βάση των οδοντοστοιχιών.<sup>84</sup> Τα φθοροαιθυλινικά πολυμερή παρουσιάζουν πολύ καλές ιξωδοελαστικές ιδιότητες και ιδιαίτερα καλή ελαστικότητα στις ισχυρές δυνάμεις μάσησης, που δέχεται η οδοντοστοιχία. Η ταχέως αυξανόμενη επιφανειακή αδρότητα και ο επακόλουθος αποικισμός τους με μικροβιακή χλωρίδα αποτελούν καταλυτικούς παράγοντες για τον περιορισμό της χρήσης τους.<sup>51,85</sup>

#### **3.4.3.4. Μαλακά επιστρώματα ολεφίνης (Olefin soft denture lining materials)**

Η διαδικασία εφαρμογής του συγκεκριμένου υλικού είναι αρκετά πολύπλοκη και απαιτείται παράγοντας κάλυψης για την αποφυγή αποχρωματισμού του από τις τροφές.<sup>51</sup>

### 3.5. Κλινικές εφαρμογές των μαλακών επιστρωμάτων οδοντοστοιχιών

Τα μαλακά επιστρώματα στην καθημερινή κλινική πράξη ενδείκνυνται:<sup>10,40,51,58,67,86-93</sup>

- ✓ για την πρόληψη τραυματισμού ασθενών με λεπτό ή ατροφικό στοματικό βλεννογόνο (απώλεια κερατινοποιημένων ιστών)
- ✓ σε περιπτώσεις οξύαιχμης, τριγωνικής ή ατροφικής φατνιακής ακρολοφίας, που καλύπτεται από κινητό βλεννογόνο και αφορά κυρίως στην κάτω γνάθο
- ✓ σε έντονες και βαθιές εσοχές στις υποκείμενες φατνιακές ακρολοφίες της ουλοπαρειακής και ουλογλωσσικής αύλακας κυρίως στις οπίσθιες περιοχές των γνάθων
- ✓ για την εξάλειψη έντονων τραυματικών εξελκώσεων από οδοντοστοιχίες με υπερεκτατικά περύγια, αφού απαραίτητα προηγηθεί η διόρθωσή τους
- ✓ σε ασθενείς με “σύνδρομο συνδυασμού” (Combination syndrome), δηλαδή ασθενείς που είναι ολικά νωδοί στην άνω γνάθο και διατηρούν μόνο τα πρόσθια δόντια τους στην κάτω γνάθο. Το σύνδρομο αυτό προκαλεί εκτεταμένη απώλεια στο πρόσθιο μέρος της φατνιακής ακρολοφίας της άνω γνάθου, υπερανάπτυξη των γναθιαίων κυρτωμάτων, θηλώδη υπερπλασία της σκληρής υπερώας και υπερέκφυση των προσθίων κάτω δοντιών
- ✓ για την προστασία και ενίσχυση της επούλωσης των μαλακών ιστών μετά την τοποθέτηση εμφυτευμάτων
- ✓ για την παροχή επιπρόσθετης συγκράτησης στις επένθετες οδοντοστοιχίες
- ✓ για την αναπροσαρμογή βάσης άμεσων οδοντοστοιχιών
- ✓ σε ασθενείς με ξηροστομία
- ✓ στην κατασκευή οδοντοστοιχιών με αποφρακτήρα (obturator) για την προσθετική αντιμετώπιση επίκτητων ή κληρονομικών ελλειμάτων γνάθων

Πιο συγκεκριμένα, τα **σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα μακράς διάρκειας** χρησιμοποιούνται σε υπάρχουσες μερικές ή ολικές οδοντοστοιχίες και έχουν τις εξής ενδείξεις:<sup>54,94,95</sup>

- ✓ απορρόφηση και ευνοϊκή κατανομή των λειτουργικών και παραλειτουργικών δυνάμεων σε όλη την έκταση της οδοντοστοιχίας σε ασθενείς με ανατομικές ιδιαιτερότητες όπως:
  - πολύ απορροφημένες φατνιακές ακρολοφίες, όπου το γενειακό τμήμα βρίσκεται στην κορυφή τους
  - φατνιακές ακρολοφίες με οξύαιχμη έσω λοξή γραμμή

- εξοστώσεις οστού στην άνω ή κάτω γνάθο (torus palatinus, torus mandibularis)
- λεπτός και ατροφικός βλεννογόνος
- οστικές ακίδες μετεξακτικού φατνίου
- σκληρή οβελιαία ραφή υπερώας
- υψηλή γενειακή άκανθα
- αμφοτερόπλευρες εσοχές στην άνω ή κάτω γνάθο, συνήθως στις οπίσθιες περιοχές των γνάθων

Η άσκηση έντονων μασητικών φορτίσεων σε συνδυασμό με την παρουσία ορμονικών διαταραχών και γενικών νοσημάτων, επιταχύνουν την οστική απορρόφηση των φατνιακών ακρολοφιών και την ταυτόχρονη κατάρρευση των υπερκείμενων μαλακών ιστών.<sup>54</sup> Η σταδιακή ρίκνωση του πάχους του βλεννογονοπεριοστέου οδηγεί σε λεπτό, ανελαστικό και ατροφικό βλεννογόνο που γίνεται επιρρεπής σε τραυματισμό από την εφαρμογή των κινητών προσθετικών εργασιών.<sup>96,97</sup> Η παρουσία των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μακράς διάρκειας εξασφαλίζει σε σημαντικό ποσοστό την απορρόφηση και ομοιόμορφη ανακατανομή των συγκλεισιακών δυνάμεων. Τα συγκεκριμένα υλικά έχουν ευεργετική δράση, διότι διαβιβάζουν ερεθίσματα από τις μασητικές φορτίσεις στην ήδη απορροφημένη φατνιακή ακρολοφία και ενεργοποιείται η αναπαραγωγή οστίτη ιστού.<sup>51</sup> Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η επιλογή μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων βελτιώνει την λειτουργία της μάσησης, περιορίζοντας τον πόνο από την χρήση των οδοντοστοιχιών και βοηθώντας τον ασθενή στην καλύτερη αποδοχή της κινητής προσθετικής εργασίας.<sup>16,67,89,92,98-100</sup>

Οι αμφοτερόπλευρες εσοχές σε κάποιες περιπτώσεις παρεμποδίζουν την ένθεση της οδοντοστοιχίας. Η παρεμβολή του μαλακού επιστρώματος μεταξύ εισέχουσας επιφάνειας της κινητής πρόσθεσης και της εσοχής αναστέλλει τον τραυματισμό της περιοχής και η παραμόρφωση διοχετεύεται αποκλειστικά στο υλικό.<sup>42,97,101</sup>

- ✓ βελτίωση της συγκράτησης και καλύτερη κατανομή των δυνάμεων σε επένθετες οδοντοστοιχίες μικτής (βλεννογόνιας-εμφυτευματικής) στήριξης (implant-mucosa supported overdenture), ή αμιγώς εμφυτευματικής στήριξης (implant retained overdenture). Τα υλικά αποσβένουν μεγάλο μέρος των συγκλεισιακών δυνάμεων,

επιτρέποντας την ανεμπόδιστη οστεοενσωμάτωση των οδοντικών εμφυτευμάτων. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η χρήση μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων βελτιώνει την συγκράτηση των επενθέτων επιεμφυτευματικών οδοντοστοιχιών σε μεγαλύτερο βαθμό, σε σχέση με την χρήση δοκών συγκράτησης ή συνδέσμων ημιακρίβειας.<sup>91,102-104</sup>

- ✓ βελτίωση της συγκράτησης και καλύτερη κατανομή μασητικών δυνάμεων στις οδοντοστοιχίες ασθενών με ξηροστομία. Διαταραχές στη φυσιολογική ροή του σάλιου υφίστανται σε ασθενείς με εκφυλιστικές αλλοιώσεις των σιελογόνων αδένων, πολυφαρμακία και ακτινοβολία στην περιοχή της κεφαλής και του τραχήλου.<sup>54,105</sup>
- ✓ αναπροσαρμογή βάσης σε οδοντοστοιχία, που φέρει ήδη προσωρινό ή μακράς διαρκείας μαλακό επίστρωμα. Η διαδικασία αναπροσαρμογής βάσης της οδοντοστοιχίας με την άμεση ή την έμμεση μέθοδο θα πρέπει να επαναλαμβάνεται, διότι συντελεί στην καλύτερη αποδοχή της κινητικής εργασίας.<sup>10,100</sup>
- ✓ αναπροσαρμογή βάσης γναθοπροσωπικών προσθέσεων και προστατευτικών αθλητικών ναρθήκων.<sup>10,53,106-108</sup>
- ✓ αναπροσαρμογή βάσης μεταβατικών κινητών προσθετικών εργασιών μερικών οδοντοστοιχιών ελευθέρων άκρων.<sup>109,110</sup>
- ✓ βελτίωση της συγκράτησης και καλύτερη κατανομή συγκλεισιακών δυνάμεων σε ασθενείς με σύνδρομο “συνδυσμού”.<sup>111</sup>
- ✓ βελτίωση της συγκράτησης και καλύτερη κατανομή λειτουργικών και παραλειτουργικών δυνάμεων σε ασθενείς που φέρουν οδοντοστοιχίες και εμφανίζουν διαταραχές ύπνου, όπως υποσυνείδητη παραλειτουργική δραστηριότητα ή ημερήσιος βρυγμός.<sup>110</sup>
- ✓ βελτίωση της συγκράτησης και καλύτερη κατανομή λειτουργικών και παραλειτουργικών δυνάμεων σε ασθενείς τρίτης ηλικίας (γηροδοντιατρικούς), με έντονη δυσανεξία στη μάσηση και την κατάποση, ψυχοσωματικά προβλήματα, σε συνδυασμό με γενικά νοσήματα.<sup>99,112</sup>

### **3.6.Τεχνικές εφαρμογής των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών**

#### **3.6.1. Άμεση τεχνική**

Η διαδικασία της άμεσης αναπροσαρμογής της βάσης της οδοντοστοιχίας πραγματοποιείται σε μια συνεδρία στον χώρο του οδοντιατρείου, εκμηδενίζοντας τον χρόνο, που ο ασθενής στερείται την οδοντοστοιχία του.<sup>19,73</sup> Αρχικά δημιουργείται ο απαραίτητος χώρος στην εσωτερική επιφάνεια και τα πτερύγια της οδοντοστοιχίας που θα υποδεχτεί το μαλακό επίστρωμα, με τον εκτροχισμό 2-3 περίπου χιλιοστών της εν θερμώ πολυμεριζόμενης ακρυλικής ρητίνης. Η προετοιμασία του υλικού πραγματοποιείται με 2 τρόπους: Ο πρώτος τρόπος περιλαμβάνει την επιλογή φύσιγγας που περιέχει αυτο-πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα με ταυτόχρονη χρήση ρύγχους αυτόματης ανάμιξης του υλικού 1:1 και εφαρμογή του υλικού με ειδικό πιστόλι προώθησης και ανάμιξης 1:1/2:1. Ο δεύτερος τρόπος αφορά στην χειροκίνητη ανάμιξη υλικών από 2 σωληνάρια (βάση/καταλύτης) και την επίστρωση του μαλακού επιστρώματος στην αποτυπωτική επιφάνεια της οδοντοστοιχίας. Ο ασθενής συγκλείνει σε μέγιστη συναρμογή και πραγματοποιούνται λειτουργικές κινήσεις των μυών του στόματος για τη διαμόρφωση του υλικού περιφερικά των ορίων της οδοντοστοιχίας. Ο πολυμερισμός του υλικού γίνεται ενδοστοματικά, ακολουθώντας τους προτεινόμενους χρόνους από τον κατασκευαστή και η αφαίρεση της περίσσειας πραγματοποιείται με την βοήθεια οξύαιχμης λεπίδας χειρουργικού νυστεριού. Το συγκεκριμένο στάδιο εφαρμογής του υλικού είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι θα πρέπει να σχηματιστεί ένα μαξιλάρι υλικού μικρού πάχους και να μην αυξηθεί το συνολικό πάχος της οδοντοστοιχίας και επομένως η κατακόρυφη διάσταση του ασθενή.<sup>89,99</sup>

Στα μειονεκτήματα της τεχνικής ανήκουν η δυσκολία επίτευξης ομοιόμορφης κατανομής του υλικού σε όλη την έκταση της οδοντοστοιχίας και η παρουσία του σάλιου, που μπορεί να αποτελέσει αποσταθεροποιητικό παράγοντα σύνδεσης του μαλακού επιστρώματος με την ακρυλική βάση της κινητής προσθετικής εργασίας.<sup>113</sup> Επιπρόσθετα, η παρουσία υπολειπόμενου μονομερούς μετά την ολοκλήρωση πολυμερισμού του υλικού μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό και αίσθημα δυσανεξίας στον υποκείμενο βλεννογόνο του ασθενούς.<sup>51</sup>

#### **3.6.2. Έμμεση τεχνική**

Η διαδικασία της έμμεσης αναπροσαρμογής της βάσης της οδοντοστοιχίας πραγματοποιείται στο χώρο του οδοντιατρείου ή σε οδοντοτεχνικό εργαστήριο μετά

τη λήψη λειτουργικού αποτυπώματος με την οδοντοστοιχία στο στόμα και τη λήψη αποτυπώματος του αντίθετου φραγμού.

Στην περίπτωση που το υλικό εκλογής είναι ένα αυτο-πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα, γίνεται ανάρτηση των εκμαγείων σε αρθρωτήρα. Παράλληλα, αφαιρούνται 2-3 χιλιοστά ακρυλικής ρητίνης από την εσωτερική επιφάνεια της κινητής πρόσθεσης με ειδικές φρέζες κοπής, τοποθετείται υλικό στην συγκεκριμένη περιοχή και κλείνουν τα σκέλη του αρθρωτήρα για την σταθεροποίηση των μέγιστων ταυτόχρονων επαφών των τεχνητών δοντιών της οδοντοστοιχίας με τα δόντια του αντίθετου φραγμού.<sup>114</sup>

Όταν το υλικό εκλογής είναι ένα εν θερμώ πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα, η διαδικασία πραγματοποιείται σε οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Όπως προαναφέρθηκε, γίνεται εκτροχισμός της βάσης της οδοντοστοιχίας, εγκλείστρωση των εκμαγείων, στιβαγμός του μαλακού επιστρώματος, πολυμερισμός του υλικού μαζί με την οδοντοστοιχία σε συσκευή όπτησης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, λείανση και τελική στίλβωση των ορίων.<sup>115,116</sup>

Στα πλεονεκτήματα της τεχνικής ανήκει ο απόλυτος έλεγχος του πάχους του υλικού και η εξαιρετική σύνδεση του μαλακού επιστρώματος με την βάση της οδοντοστοιχίας αφού δεν παρεμβάλλονται αποσταθεροποιητικοί παράγοντες όπως το σάλιο, οι παρειές και η γλώσσα.<sup>51,99</sup> Τα κυριότερα μειονεκτήματα της τεχνικής αφορούν στην πολυπλοκότητα της διαδικασίας, τα επιπλέον εργαστηριακά στάδια που πρέπει να πραγματοποιηθούν, την χρήση ειδικού εξοπλισμού και τον επιπλέον χρόνο εργασίας.<sup>19,71</sup>

Σε κλινικό επίπεδο, η χρήση μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων προτιμάται όταν επιλέγουμε την εργαστηριακή αναπροσαρμογή βάσης της οδοντοστοιχίας διότι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ενδοστοματικά και παρέχουν αποτελεσματικότερη απόσβεση και ανακατανομή των μασητικών φορτίσεων.<sup>99</sup>

### 3.7. Βιολογική συμπεριφορά των μαλακών επιστρωμάτων των οδοντοστοιχιών

Κάθε υλικό, που φιλοξενείται στον ανθρώπινο οργανισμό με σκοπό την θεραπευτική αποκατάσταση ενός προσβεβλημένου βιολογικού συστήματος, ονομάζεται βιοϋλικό. Η αλληλεπίδραση μεταξύ βιοϋλικού και βιολογικού συστήματος αποτελεί το αντικείμενο της βιοσυμβατότητας (biocompatibility) και χαρακτηρίζει την βιολογική συμπεριφορά του συγκεκριμένου υλικού. Τα οδοντιατρικά υλικά δεν εξαιρούνται από τον κανόνα της βιοσυμβατότητας καθώς με την πάροδο του χρόνου υποβαθμίζεται σταδιακά η δομική τους σύσταση και επιδρούν με τους περιβάλλοντες ιστούς.<sup>42</sup> Τα μαλακά επιστρώματα ανήκουν στην οικογένεια των βιοϋλικών, διότι έρχονται σε άμεση επαφή με τον στοματικό βλεννογόνο. Η εσωτερική δομή των μορίων του υλικού, η χημική τους σύνθεση καθώς και οι ξενιστές που έρχονται σε επαφή με τα συγκεκριμένα υλικά, όπως ενδοτοξίνες μικροβίων, νερό και διαλύτες, αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για τον λειτουργικό χρόνο ζωής των υλικών αυτών ενδοστοματικά.<sup>117</sup>

Η κυριότερη ανεπιθύμητη ενέργεια των αυτο-πολυμεριζόμενων ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων αφορά στον ερεθισμό του στοματικού βλεννογόνου και συνδέεται με την περίσσεια του υπολειπόμενου μονομερούς.<sup>19,20,54</sup> Επίσης, η εκχύλιση των πλαστικοποιητών, των φθαλικών και μη φθαλικών μονομερών, όπως και της αιθυλικής αλκοόλης ως παράγωγο του πολυμερισμού των ακρυλικών μαλακών επιστρωμάτων ευθύνεται για την δημιουργία τοξικότητας στην περιοχή με την οποία έρχονται σε επαφή.<sup>25,118,119</sup>

Σε μια μελέτη των Dahl και συν. παρατηρήθηκε ότι ο μη πολυμερισμένος συγκολλητικός παράγοντας που χρησιμοποιείται συνήθως για την ενίσχυση του δεσμού μεταξύ του σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος και της ακρυλικής βάσης της οδοντοστοιχίας αποτελεί τοπικό ερεθιστικό παράγοντα της περιοχής του στοματικού βλεννογόνου, που θα έρθει σε επαφή.<sup>120</sup> Εργαστηριακές μελέτες έδειξαν ότι η δράση των ερεθιστικών παραγόντων που προαναφέρθηκαν είναι συνήθως περιορισμένη λόγω της υψηλής κρατικοποίησης του στοματικού βλεννογόνου και της παρουσίας του σάλιου.<sup>120-122</sup> Υπάρχει όμως ανάγκη για μεγαλύτερη διερεύνηση μέσα από κλινικές μελέτες, που θα προσδιορίσουν ποσοτικά και θα επιβεβαιώσουν τα αποτελέσματα των in vitro ερευνών.<sup>121,122</sup>

Η επιτυχία της σωστής χρήσης των συγκεκριμένων υλικών είναι ο ισχυρός δεσμός που θα πρέπει να αναπτυχθεί στη διεπιφάνεια μαλακού επιστρώματος-βάσης οδοντοστοιχίας.<sup>58,123</sup> Ένας ασθενής δεσμός ευνοεί την γρηγορότερη προσκόλληση,

οργάνωση και ανάπτυξη μικροοργανισμών του στόματος στις κινητές προσθέσεις.<sup>124,125</sup> Η αποκόλληση (debonding) των μαλακών επιστρωμάτων από την προσθετική εργασία περιορίζει την μακροβιότητα (longevity) και οδηγεί σε κλινική γήρανση (aging) και αστοχία των υλικών αυτών.<sup>58,126,127</sup> Η δύναμη του δεσμού (bond strength) μεταξύ μαλακού επιστρώματος και της ακρυλικής βάσης της οδοντοστοιχίας είναι μεγαλύτερη όταν η χημική σύνθεση των υλικών είναι παρεμφερής και στο σημείο αυτό υπερτερούν τα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα.<sup>58</sup> Το κύριο πρόβλημα λοιπόν των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων έγκειται στο γεγονός ότι δεν μπορούν να συνδεθούν χημικά με την PMMA βάση των οδοντοστοιχιών χωρίς την παρουσία συγκολλητικού παράγοντα.<sup>126,128,129</sup> Έχει βρεθεί ότι η σύνδεση της διεπιφάνειας μεταξύ ενός σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος και του ακρυλικού υποστρώματος υποβαθμίζεται σταδιακά σε ποσοστό 13-68% μετά την εμβάπτιση των οδοντοστοιχιών σε νερό για 30 μέρες.<sup>130</sup> Εργαστηριακές μελέτες ανέφεραν ότι η επεξεργασία της ακρυλικής βάσης των οδοντοστοιχιών για μερικά δευτερόλεπτα με μεθακρυλικό μεθύλιο (MMA) ή οξικό αιθυλεστέρα (ethyl acetate), προσέφεραν καθαρότερη επιφάνεια και βελτίωσαν την δύναμη του δεσμού μεταξύ ακρυλικού υποστρώματος και σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.<sup>129</sup> Ενθαρρυντικά αποτελέσματα έδωσε η τροποποίηση των ακρυλικών επιφανειών με την εφαρμογή laser Er: YAG, αυξάνοντας την δύναμη του δεσμού μεταξύ σιλικονούχου επιστρώματος και βάσης οδοντοστοιχίας.<sup>131</sup> Αντίθετα, ανεπιτυχής ήταν η προσπάθεια καθαρισμού της επιφάνειας της εν θερμώ πολυμεριζόμενης ακρυλικής ρητίνης και η ενίσχυση της δύναμης του δεσμού συγκόλλησης, με την χρήση αεροαποτριβής κόκκων αλουμίνας 30μm ενισχυμένων με πυριτιούχες ενώσεις (tribochemical silica coating).<sup>132</sup> Όσον αφορά την δύναμη του δεσμού που αναπτύσσεται μεταξύ των προπολυμερισμένων δίσκων κοπής PMMA για βάση οδοντοστοιχιών και των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς και τα μέχρι αποτελέσματα είναι αντιφατικά. Πρόδρομες μελέτες έδειξαν ότι ο δεσμός αυτός μπορεί να αναπτυχθεί αλλά είναι ασθενέστερος σε σχέση με τον δεσμό που αναπτύσσεται μεταξύ των συμβατικών υλικών.<sup>125,133</sup> Επίσης παρατηρήθηκε ότι η αντοχή στον εφελκυσμό (tensile bond strength) του δεσμού που αναπτύσσεται μεταξύ των εκτυπωμένων (3D-printed) PMMA βάσεων οδοντοστοιχιών με τα μαλακά επιστρώματα υστερεί, σε σχέση με τον αντίστοιχο δεσμό των βάσεων οδοντοστοιχίας που προκύπτουν από μηχανική κοπή (milling).<sup>133</sup> Αντίθετα, στην in vitro μελέτη των

Al Taweel και συν. (2021) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αντοχή στις εφελκυστικές δυνάμεις του δεσμού μεταξύ του αυτο-πολυμεριζόμενου μαλακού επιστρώματος και βάσεων οδοντοστοιχιών, που δημιουργήθηκαν είτε με την συμβατική είτε με την ψηφιακή μέθοδο.<sup>134</sup> Παρόμοια εργαστηριακή μελέτη σχετική με την αντοχή του δεσμού που αναπτύσσεται μεταξύ αυτο-πολυμεριζόμενων και εν θερμώ πολυμεριζόμενων μαλακών επιστρωμάτων με βάσεις οδοντοστοιχιών ως προς τις εφελκυστικές δυνάμεις και την κάμψη (flexural strength) κατέληξε στην ανάπτυξη ισχυρότερων δυνάμεων στις βάσεις των οδοντοστοιχιών, που προήλθαν από μηχανική κοπή συγκριτικά με τις εκτυπωμένες και τις συμβατικές βάσεις οδοντοστοιχιών.<sup>135</sup>

Η βελτίωση της συγκόλλησης, ο περιορισμός της αύξησης της επιφανειακής αδρότητας και του μέτρου ελαστικότητας των υλικών αναπροσαρμογής της βάσης οδοντοστοιχίας αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για τον περιορισμό εισβολής και εγκαθίδρυσης μικροβίων του στόματος στα υλικά αυτά.<sup>129,136</sup>

Αρκετές μελέτες εστιάζουν στην αύξηση της σκληρότητας (hardness) των υλικών με το πέρασμα του χρόνου. Τα αποτελέσματα είναι αντιφατικά και δυσδιάκριτα μεταξύ των ακρυλικών και των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.<sup>128,132,137,138</sup> Το σημαντικό είναι πως η αύξηση της σκληρότητας του υλικού επηρεάζει την ιξωδοελαστική του συμπεριφορά, περιορίζει την ικανότητα απόσβεσης των μασητικών φορτίσεων και την ομοιόμορφη κατανομή τους στους υποκείμενους ιστούς.<sup>137,138</sup>

Τα μαλακά επιστρώματα των οδοντοστοιχιών έχει βρεθεί ότι είναι ασταθή σε υδαρή περιβάλλοντα όπως το νερό, το σάλιο και τα καθαριστικά διαλύματα.<sup>136</sup> Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο πλαστικοποιητής που περιέχεται στα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα διαχέεται σταδιακά στο στοματικό περιβάλλον και εν μέρει αντικαθίσταται από νερό. Μέσα από αυτή την διαδικασία διογκώνονται τα επιφανειακά στρώματα των μαλακών επιστρωμάτων και βαθμιαία χάνουν την ελαστικότητά τους.<sup>51,52,71,139</sup> Όσο μεγαλύτερη είναι η διόγκωση του υλικού τόσο βαθύτεροι οι πόροι, που σχηματίζονται στην επιφάνεια των ακρυλικών επιστρωμάτων.<sup>140</sup> Οι πόροι γίνονται πεδίο προσκόλλησης και αποικισμού μικροοργανισμών.

Από την άλλη πλευρά οι μηχανικές ιδιότητες των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων καθορίζονται από την ποιότητα της σταυροειδούς σύνδεσης του ορθοπυριτικού του τετραιθυλίου και του καταλύτη, που περιέχει διλαυρικο-διβουτυλ-κασσίτερο. Όταν η σύνδεση αυτή αρχίζει να υποβαθμίζεται στο στοματικό

περιβάλλον, τα υλικά σταδιακά αλλάζουν υφή και γίνονται σκληρότερα, ευνοώντας τον αποικισμό από ζυμομύκητες της μικροχλωρίδας του στόματος.<sup>141,142</sup> Επιπρόσθετα, με το πέρασμα του χρόνου, η προοδευτική αύξηση της επιφανειακής αδρότητας και της σκληρότητας των μαλακών επιστρωμάτων λόγω

- ✓ απορρόφησης νερού ή σάλιου
- ✓ απορρόφησης καθαριστικών παραγόντων διαφορετικών συγκεντρώσεων και σύνθεσης
- ✓ αυξημένης χρονικά εμβάπτισης σε αντιμικροβιακά διαλύματα
- ✓ θερμοκρασιακών αλλαγών στην στοματική κοιλότητα
- ✓ ενδοστοματικών αλλαγών του pH
- ✓ αύξησης της θερμοκρασίας κατά την χρήση συσκευής μικροκυμάτων (microwave)
- ✓ χρήσης οργανικών διαλυτών (organic solvents)
- ✓ μηχανικού καθαρισμού με την χρήση οδοντόβουρτσας και οδοντόκρεμας
- ✓ παρατεταμένης ενδοστοματικής χρήσης, σε περιπτώσεις μη αντικατάστασης
- ✓ αύξησης της θερμοκρασίας λόγω καπνίσματος

αποτελούν προδιαθεσικούς παράγοντες προσκόλλησης και αποικισμού βιοϋμενίου στην επιφάνειά τους αλλά και στην σύνδεση του υλικού με την ακρυλική βάση της οδοντοστοιχίας.<sup>49,101,136,137,143-151</sup> Η πορώδης λοιπόν επιφάνεια ευνοεί την προσκόλληση και τον αποικισμό του ζυμομύκητα *C. albicans*, με τελική κατάληξη την επιμόλυνση των υλικών και του στοματικού βλεννογόνου.<sup>152-157</sup> Η ανάπτυξη φλεγμονώδους αντίδρασης στον στοματικό βλεννογόνο, όπου εδράζεται η οδοντοστοιχία, ονομάζεται στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες.<sup>92,110,143,145,153-155,158</sup>

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελεί το εύρημα ότι σε οδοντοστοιχίες που χρησιμοποιούνται σε ασθενείς για μεγάλο χρονικό διάστημα είναι αρκετά δύσκολο να πραγματοποιηθεί αναπροσαρμογή της βάσης τους με μαλακά επιστρώματα.<sup>159</sup> Οι μικροοργανισμοί του στόματος σε βάθος χρόνου παράγουν παραπροϊόντα μεταβολισμού, τα οποία αναστέλλουν την σύνδεση των μαλακών επιστρωμάτων με την ακρυλική βάση των οδοντοστοιχιών και αποδομούν τον ενεργοποιητή (primer), που ενισχύει την σύνδεση αυτή. Ο κλινικός θα πρέπει να γνωρίζει ότι τα βακτήρια της μικροχλωρίδας του στόματος διεισδύουν σε βάθος περίπου 3 χιλιοστών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται κατάλληλη επεξεργασία του ακρυλικού

υποστρώματος με εργαστηριακά μέσα και η εφαρμογή του ενεργοποιητή να γίνεται με σχολαστική επικάλυψη της βάσης οδοντοστοιχίας.<sup>159</sup>

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι μηχανικές ιδιότητες των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων είναι καλύτερες και η διάρκεια κλινικής εφαρμογής τους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα ακρυλικά επιστρώματα.<sup>129,160</sup>

#### 4. Στοματίτιδα από κινητές προσθετικές εργασίες

Η στοματίτιδα από οδοντοστοιχία (denture sore mouth or denture stomatitis) είναι μορφή χρόνιας ερυθματώδους καντιντίασης (*Candida*-induced stomatitis), η οποία αποτελεί μορφή χρόνιας ατροφικής καντιντίασης.<sup>161</sup> Εμφανίζεται σε άτομα τα οποία φέρουν κινητές οδοντοστοιχίες (ολικές ή μερικές) και αναπτύσσεται στο βλεννογόνο του στόματος, κάτω από την οδοντοστοιχία. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ελληνικό πληθυσμό, διαπιστώθηκε στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες σε ποσοστό 30,6% και 23% σε δείγμα 410 και 1319 ασθενών με κινητές προσθετικές εργασίες αντίστοιχα.<sup>162,163</sup> Σε δυο μεταγενέστερες μελέτες, το ποσοστό αυτό κυμάνθηκε κοντά στο 40%.<sup>164,165</sup>

Η στοματίτιδα από οδοντοστοιχία εντοπίζεται σχεδόν καθ' ολοκληρία στην άνω γνάθο και πιο συγκεκριμένα στον βλεννογόνο της υπερώας.<sup>39,92,101,149,161</sup> Η κλινική εικόνα χαρακτηρίζεται από διάχυτο ερύθημα του βλεννογόνου της υπερώας, που ακολουθεί το περίγραμμα της οδοντοστοιχίας ενώ μερικές φορές μπορεί να εμφανιστούν και λευκές ψευδομεμβράνες.<sup>39,161,166,167</sup> Πιο συγκεκριμένα, η κλινική της εικόνα περιλαμβάνει τρεις μορφές σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Newton:

- ✓ Στάδιο 1: ύπαρξη ερυθρών κηλίδων (πετέχιες) στο βλεννογόνο της υπερώας
- ✓ Στάδιο 2: διάχυτο ερύθημα, με ή χωρίς αίσθημα καύσου
- ✓ Στάδιο 3: εκτός του ερυθρήματος μπορεί να εμφανιστεί θηλώδης υπερπλασία του βλεννογόνου της υπερώας κάτω από την οδοντοστοιχία.<sup>39,161</sup>

Η στοματίτιδα από οδοντοστοιχία, αποτελεί ενδογενή λοίμωξη της στοματικής κοιλότητας, που οφείλεται, όπως προαναφέρθηκε, στον μύκητα *C. albicans*. Ο *C. albicans* αποτελεί τμήμα της φυσιολογικής μικροβιακής χλωρίδας του στόματος, ανήκει στους υγιείς ξενιστές και δεν είναι παθογόνος.<sup>158</sup> Οι τοπικοί προδιαθεσικοί παράγοντες που μπορεί να πυροδοτήσουν την λοίμωξη περιλαμβάνουν την ελλιπή συγκράτηση της οδοντοστοιχίας, την αδιάλειπτη χρήση από τον ασθενή, ειδικά κατά τη διάρκεια της νύχτας, την παλαιότητα της οδοντοστοιχίας, την πλημμελή στοματική υγιεινή, το κάπνισμα, δίαιτα πλούσια σε υδατάνθρακες, καθώς και προηγούμενη ακτινοθεραπεία λόγω καρκίνου κεφαλής και τραχήλου.<sup>39,146,161,166,168-171</sup>

Ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών που αθροίζονται στην επιφάνεια των κινητών προσθέσεων μπορεί να φτάσει το  $10^{11}$  ανά γραμμάριο βάρους.<sup>170</sup> Η προσκόλληση, ο αποικισμός και η διείσδυση των ζυμομυκήτων τόσο στα επιθηλιακά κύτταρα του στοματικού βλεννογόνου όσο και στις εσοχές στη βάση της ακρυλικής

οδοντοστοιχίας, σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες, πυροδοτεί την έναρξη της φλεγμονώδους αντίδρασης.<sup>36,67,172</sup>

Σε κλινικές και εργαστηριακές μελέτες συλλογής και ανάλυσης σάλιου, που πραγματοποιήθηκαν σε ασθενείς που χρησιμοποιούσαν κινητές ενδοστοματικές προσθετικές εργασίες, παρατηρήθηκε αυξημένος αποικισμός των μικροοργανισμών της *Candida* σε σχέση με τους ασθενείς που δεν φορούσαν οδοντοστοιχίες κατά την διάρκεια της νύχτας.<sup>158</sup> Επιπλέον, ασθενείς που ανήκουν στην τρίτη ηλικία (άνω των 65 ετών) και το ιατρικό ιστορικό τους περιλαμβάνει συστηματικά νοσήματα που περιορίζουν σταδιακά την δεξιότητά τους, όπως η οστεοαρθρίτιδα, η νόσος του Parkinson, οι εστιακές νευρολογικές διαταραχές από αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια ή ανοϊκά επεισόδια, δεν μπορούν να διατηρήσουν υψηλό το επίπεδο στοματικής υγείας τους.<sup>173,174</sup>

Στους συστηματικούς παράγοντες, αναφέρονται αιτίες ανοσοκαταστολής, όπως το γήρας, χρόνιες παθήσεις (π.χ αρρυθμιστος σακχαρώδης διαβήτης, κακοήθειες), καθώς και χρόνια στεροειδική αγωγή.<sup>171,175-177</sup> Η ξηροστομία που χαρακτηρίζει μερικές από τις προηγούμενες αιτίες (π.χ γήρας, ακτινοθεραπεία) αποτελεί συνήθη προδιαθεσικό παράγοντα εμφάνισης στοματίτιδας από οδοντοστοιχίες.<sup>19,178,179</sup>

Η θεραπεία της στοματίτιδας από οδοντοστοιχία περιλαμβάνει αρχικά την τήρηση άριστης στοματικής υγιεινής, καθώς και την διδασκαλία μεθόδων υγιεινής των οδοντοστοιχιών με επιμονή, ιδιαίτερα σε άτομα προχωρημένης ηλικίας. Σε περίπτωση που ο ασθενής εμφανίζει αδυναμία επικοινωνίας και κατανόησης (π.χ γεροντική άνοια) η υγιεινή του στόματος και των οδοντοστοιχιών διδάσκεται στα άτομα που φροντίζουν τον ασθενή. Η τακτική αναπροσαρμογή της βάσης της οδοντοστοιχίας με προσωρινά ακρυλικά μαλακά επιστρώματα (tissue conditioners) θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στα θεραπευτικά πρωτόκολλα.<sup>19,172,180</sup> Εναλλακτικά, η κατασκευή καινούριας οδοντοστοιχίας αποτελεί βασική ενέργεια στη θεραπευτική προσέγγιση της στοματίτιδας από οδοντοστοιχίες.<sup>20,101,149,181</sup>

Στους τοπικούς θεραπευτικούς παράγοντες περιλαμβάνονται: η χρήση οξυγονούχων σκευασμάτων, καθώς και η χρήση αντιμυκητιασικής γέλης, όπως η μυκοναζόλη. Σε επιβαρυνμένες περιπτώσεις, συνιστάται η συστηματική χορήγηση αντιμυκητιασικής αγωγής (π.χ. αζόλες).<sup>161</sup> Η τήρηση των τοπικών θεραπευτικών μέσων, αλλά και η χορήγηση συστηματικής αγωγής ενίοτε, έχει ως αποτέλεσμα την αποδρομή της νόσου.

Πιο συγκεκριμένα, τα θεραπευτικά βήματα περιλαμβάνουν:<sup>19,182-187</sup>

- καθαρισμό της οδοντοστοιχίας με μηχανικά μέσα, όπως μαλακή οδοντόβουρτσα σε συνδυασμό με χλιαρό νερό και σαπούνι
- καθαρισμό της οδοντοστοιχίας με χημικά μέσα, όπως η χρήση καθαριστικών δισκίων που διαλύονται σε νερό, εμβύθιση σε διάλυμα NaOCl 1:10 για 10 λεπτά ή 5,25 % NaOCl για 5 λεπτά και εμβύθιση διγλυκονικής χλωρεξιδίνης 2% για 10 λεπτά
- καθαρισμό του ενδοστοματικού βλεννογόνου με γάζα και ορό ή χαμομήλι
- απομάκρυνση των οδοντοστοιχιών από το στόμα του ασθενούς για 6-8 ώρες κατά την διάρκεια του 24ώρου, προτιμώνται οι νυχτερινές ώρες
- εξασφάλιση της ορθής εφαρμογής των οδοντοστοιχιών, απομάκρυνση κάθε τοπικού παράγοντα, που μπορεί να ευνοήσει τον μικροβιακό παράγοντα, πολύ καλή στίλβωση της εσωτερικής επιφάνειας της οδοντοστοιχίας
- αναπροσαρμογή βάσης της οδοντοστοιχίας με προσωρινά μαλακά επιστρώματα (tissue conditioners), ανά 4-6 ημέρες για 2-4 εβδομάδες. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται προσπάθειες ενσωμάτωσης αντιμυκητιασικών παραγόντων στα υλικά αποκατάστασης ιστών, ενισχύοντας το θεραπευτικό αποτέλεσμα
- πλήρη αντικατάσταση της βάσης της οδοντοστοιχίας με νέο υλικό
- χορήγηση αντιμυκητιασικής αγωγής από το στόμα σε περιπτώσεις εκτεταμένης και μακροχρόνιας καντιντιασικής στοματίτιδας

## 5. Προσκόλληση και αποικισμός του *Candida albicans* στα μακράς διαρκείας σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα

Η προσκόλληση μικροοργανισμών της μικροβιακής χλωρίδας στα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα είναι πολυπαραγοντικής αιτιολογίας και συνδέεται άρρηκτα με τη δομή και τη χημική σύσταση της επιφάνειας των υλικών όπως και από τις φυσικοχημικές ιδιότητες της επιφάνειας των κυττάρων του μικροβιακού παράγοντα.<sup>188,189</sup> Ο αποικισμός από μικρόβια επηρεάζεται από πολλαπλούς παράγοντες, που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του σιλικονούχου υποστρώματος<sup>190-192</sup> (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Αποικισμός αυτο πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος από μικροοργανισμούς του στόματος.

Η μηχανική απομάκρυνση του βιοϋμενίου αυξάνει την μικροαδρότητα της επιφάνειας των μαλακών επιστρωμάτων και οδηγεί σε σταδιακή υποβάθμιση ευνοώντας την κατακράτηση των μικροοργανισμών της στοματικής κοιλότητας.<sup>193,194</sup>

Για περισσότερες από δύο δεκαετίες (1965-1980) πραγματοποιήθηκαν εντατικές πρόδρομες εργαστηριακές μελέτες, που σκοπό είχαν να συσχετίσουν τα μακράς διαρκείας εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (Molloplast

B και Silastic 390) με την προσκόλληση μικροβίων, χωρίς όμως να μπορούν να προσδιορίσουν την ποσότητα των μικροοργανισμών.<sup>195-200</sup> Πρώτοι οι Allison και Douglas<sup>198,200</sup> παρατήρησαν in vivo ότι τα μαλακά επιστρώματα αποικίζονται με ιδιαίτερη ευκολία από διάφορα στελέχη του *C. albicans*, επιβεβαιώνοντας προγενέστερες εργαστηριακές μελέτες. Στις επιφάνειες των υλικών αυτών σχηματίζεται παχύτερο στρώμα μικροβιακής πλάκας σε σχέση με τις επιφάνειες της εν θερμώ πολυμεριζόμενης ακρυλικής βάσης των οδοντοστοιχιών.<sup>196,197,200</sup> Τα αποτελέσματα αυτά ήρθαν να ενισχύσουν μεταγενέστερες κλινικές μελέτες, που ανίχνευαν υψηλά ποσοστά του ζυμομύκητα *C. albicans* σε μακράς διαρκείας σιλικονούχο εν θερμώ μαλακό επίστρωμα (Molloplast B), το οποίο είχε τοποθετηθεί σε Ο.Ο. της άνω γνάθου.<sup>152,201</sup>

Ο Wright μελέτησε εργαστηριακά την διαδικασία προσκόλλησης του ζυμομύκητα *C. albicans* σε αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα, με αμφίβολα όμως αποτελέσματα.<sup>192</sup> Η πρώτη κλινική μελέτη με σημαντικό δείγμα ασθενών ανήκει και πάλι στους Wright και συν. σε 53 οδοντοστοιχίες ισάριθμων ολικά νωδών ασθενών, όπου τοποθετήθηκαν μακράς διαρκείας εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα και προσωρινά αυτο-πολυμεριζόμενα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα.<sup>192</sup> Στις επιφάνειες των δειγμάτων αυτών, μελετήθηκε ο αποικισμός των παθογόνων μικροοργανισμών. Πέντε χρόνια αργότερα επανεξετάστηκαν οι ασθενείς και παρατηρήθηκε ότι το 66% των Ο.Ο. είχε αποικισθεί από ζυμομύκητες *C. albicans*.<sup>143</sup> Επίσης παρατηρήθηκε ότι η παρουσία των ζυμομυκήτων είναι ανεξάρτητη από τη δομή της επιφάνειας του επιστρώματος.<sup>143</sup>

Πρόσθετες πληροφορίες σε μακροσκοπικό επίπεδο δόθηκαν μεταγενέστερα από τους Nikawa και συν., ερμηνεύοντας το πρώτο βήμα αποικισμού που αποτελεί η προσκόλληση *C. albicans* σε στερεές επιφάνειες, όπως της ακρυλικής ρητίνης και των μαλακών επιστρωμάτων.<sup>202</sup> Στην δεκαετία του '90, in vitro μελέτες κάνουν την εμφάνισή τους από διαφορετικούς ερευνητές και καταδεικνύουν ότι όντως τα μαλακά επιστρώματα είναι πιο ευπαθή στην μικροβιακή προσκόλληση, σε σχέση με την εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη.<sup>154,157,203,204</sup>

Λίγα χρόνια αργότερα δημοσιεύονται in vitro αναδρομικές μελέτες που καταλήγουν σε δύο σημαντικά συμπεράσματα:

- ✓ παρατηρείται μεγαλύτερη αποικιακή προσκόλληση βλαστοκονιδίων *C. albicans* σε μακράς διαρκείας αυτο-πολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα, συγκριτικά με τα εν θερμώ πολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα.<sup>205</sup>

- ✓ τα μακράς διάρκειας εργαστηριακά πολυμεριζόμενα σιλικονούχα επιστρώματα (Molloplast B) είναι πιο επιρρεπή στην μικροβιακή αποίκιση από τη μικροβιακή χλωρίδα του στόματος σε σχέση με την πολυμεθυλμεθακρυλική ρητίνη και τα προσωρινά μαλακά επιστρώματα.<sup>39</sup>

Η εξέταση της μικρομορφολογίας και της επιφανειακής αδρότητας των προσωρινών μαλακών επιστρωμάτων έδειξε ότι αυτά που είχαν ως βάση την σιλικόνη εμφάνιζαν μικρότερη μικροβιακή προσκόλληση σε σχέση με τα ακρυλικά μαλακά επιστρώματα.<sup>206</sup> Εξετάζοντας τις ιδιότητες των υλικών αυτών, παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της αδρότητας ενισχύει την προσκόλληση μικροοργανισμών.<sup>101,145,148,203,204,207,208</sup> Οι ζυμομύκητες και τα βακτήρια του στοματικού περιβάλλοντος έχουν την ευχέρεια να αθροίζονται στις κρύπτες της πορώδους επιφάνειας των μαλακών επιστρωμάτων ποικίλης διαμέτρου 0,2-4,5 μm και ο αποικισμός τους μειώνει τον χρόνο ενδοστοματικής χρήσης των υλικών αυτών. Οι χαμηλές τιμές επιφανειακής τραχύτητας των εν θερμώ πολυμεριζόμενων μαλακών επιστρωμάτων σε σχέση με τα αυτο-πολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα, συνηγορούν στην επιλογή τους.<sup>145,146,148,207,208</sup> Επομένως, όλες οι κατηγορίες μαλακών επιστρωμάτων αποικίζονται από μικροοργανισμούς του στόματος και το μόνο που αλλάζει είναι η ποσότητα της μικροβιακής χλωρίδας, που εναποτίθεται στα υλικά αυτά.<sup>101</sup>

Ο μηχανισμός δράσης του *C. albicans* βασίζεται στο θερμοδυναμικό φαινόμενο προσκόλλησης, καθορίζεται από την ελεύθερη επιφανειακή ενέργεια των μικροοργανισμών και των στερεών επιφανειών και πραγματοποιείται σε 3 στάδια:<sup>146,209</sup>

- Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις, μη ειδικές και αντιστρέψιμες και διαρκεί από 1-11 ώρες. Οι ζυμομύκητες πλησιάζουν με τυχαία κίνηση (κίνηση Brown) και με παθητική διάχυση, διαμέσου της φυσιολογικής ροής του σάλιου στο οποίο αιωρούνται ή μέσω της ενεργητικής μεταφοράς προς την επιφάνεια του υλικού.<sup>146,158,205,210-212</sup> Κατά την αρχική προσκόλληση, οι μικροοργανισμοί μετακινούνται σε απόσταση μικρότερη των 50μm από την επιφάνεια του υλικού, ενώ ασκούνται πάνω τους κυρίως δύο είδη δυνάμεων διαφορετικής διεύθυνσης, οι ελκτικές δυνάμεις Van der Waals και οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις απώθησης, εφόσον η επιφάνεια της οδοντοστοιχίας και οι ζυμομύκητες έχουν ομώνυμα φορτία. Αν η απόσταση μειωθεί ακόμη περισσότερο, δρουν ισχυρότερες δυνάμεις, όπως οι δεσμοί υδρογόνου.

Δημιουργούνται 2 περιοχές μεταξύ των μικροοργανισμών και της επιφάνειας του υλικού, μια κύρια, η οποία απέχει 1nm από την επιφάνεια της προσθετικής εργασίας, και μία δευτερεύουσα, η οποία απέχει 10nm και η έλξη είναι εντονότερη. Στην κύρια περιοχή η σύνδεση των μικροβίων μέσω επιφανειακών σχηματισμών του βακτηριακού κυττάρου των συγκολλητινών (adhesins) γίνεται στερεοχημικά, είναι ισχυρότερη και μη αντιστρεπτή δημιουργώντας το σιαλικό υμένιο. Αντίθετα, η σύνδεση της δευτερεύουσας περιοχής είναι αντιστρεπτή. Μικροοργανισμοί από την δευτερεύουσα περιοχή διαπερνούν το ενεργειακό φράγμα μεταξύ των δύο περιοχών και συνδέονται άρρηκτα στην πρωτεύουσα περιοχή.<sup>155,211,212</sup> Με την παρέλευση 3-4 ωρών μικροαποικισμοί (microcolonies) κάνουν την εμφάνισή τους και στις 11 ώρες συσσωματώματα (aggregations) μικροοργανισμών *C. albicans* δημιουργούνται στις πτυχές του υποστρώματος του υλικού.<sup>212,214</sup>

- Στο δεύτερο ενδιάμεσο (intermediate or developmental) στάδιο της διαδικασίας προσκόλλησης, που διαρκεί από 12-30 ώρες, περιλαμβάνονται συγκεκριμένες ενδομοριακές αλληλεπιδράσεις. Μετά την αρχική προσκόλληση οι μικροοργανισμοί (ζυμομύκητες, germ tubes and young hyphae) πολλαπλασιάζονται, αθροίζονται και συνδέονται ισχυρότατα με την επιφάνεια του υλικού, δημιουργώντας το μικροβιακό υμένιο (denture plaque biofilm) και εν συνεχεία την μικροβιακή πλάκα. Η μήτρα του μικροβιακού υμενίου αποτελείται από πολυσακχαρίτες, που βρίσκονται σε κατάσταση μειωμένης μεταβολικής δραστηριότητας.
- Στο τρίτο στάδιο ή στάδιο ωρίμανσης, που διαρκεί από 38-72 ώρες τα μικρόβια που δεν έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν άμεσα με τις στέρεες επιφάνειες, προσκολλώνται στους ήδη συνδεδεμένους μικροοργανισμούς, μεταφράζοντας το φαινόμενο της αλληλοπροσκόλλησης και αυξάνουν την εξωκυττάρια μήτρα.<sup>149,158,215</sup>

Υμένια προερχόμενα από το σάλιο, τον ορό με την βλεννίνη και τη λυσοζύμη, αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και επικάθονται στα μαλακά επιστρώματα εξαιτίας της παρουσίας του ζυμομύκητα. Οι συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις ερευνήθηκαν μέσω καταγραφής των μεταβολών του pH που σχετίζεται με την απουσία ή την παρουσία πρωτεϊνών στην επιφάνεια των υλικών, καθώς και μέσω των παρατηρήσεων της δομής της αποικίας των ζυμομυκήτων. Σύμφωνα με τους Nikawa και συν., δεν

παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην μείωση του pH ανάμεσα σε καλλιέργειες με παρουσία ή απουσία πρωτεϊνών στα υλικά αυτά. Εντούτοις, η εξέταση των υλικών σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκάλυψε ότι αναπτύχθηκαν μεγαλύτερες αποικίες ζυμομυκήτων στο σάλιο, ενώ στα μαλακά επιστρώματα παρατηρήθηκαν νηματοειδείς προσεκβολές. Συνεπώς τα υμένια από ορό ή σάλιο στα προσθετικά επιστρώματα ευνοούν τον αποικισμό του *C. albicans*.<sup>146</sup>

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μικροβιακή προσκόλληση είναι πολλαπλοί και μπορεί να θεωρηθεί ότι αρκετοί από αυτούς δρουν συνεργατικά. Τα βλαστοκονίδια του *C. albicans* αθροιζόμενα σε μια περιοχή εκκρίνουν τοξίνες, προκαλώντας την αύξηση της κυτταροτοξικότητας της περιοχής, η οποία με την σειρά της ενεργοποιεί την έκκριση πρωτεϊνών και φωσφολιπιδίων των ζυμομυκήτων, προωθώντας τελικά την προσκόλλησή τους.<sup>50,211,216,217</sup> Πρωτεΐνες του σάλιου όπως η φιμπρονεκτίνη και ορισμένες πλούσιες σε προλίνη, μπορούν να δράσουν ως υποδοχείς του *C. albicans*.<sup>218</sup> Συνολικά, οι ζυμομύκητες τείνουν να αυξάνουν τη δράση της προσκόλλησης και του αποικισμού τους σε περιβάλλον όξινο.<sup>39,146,208</sup>

Αντίθετα, κάποιοι άλλοι ερευνητές έδειξαν ότι η εμφάνιση ακρυλικών δειγμάτων με ζυμομύκητες σε σάλιο, μειώνει την αρχική προσκόλληση του *C. albicans* στο ακρυλικό των οδοντοστοιχιών, καθώς και ότι η παρουσία της IgA τείνει να αναστείλει την προσκόλλησή της στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου.<sup>218-221</sup>

## 6. Αναστολή αποικισμού της *Candida albicans* στα μαλακά επιστρώματα

Σημαντικές προσπάθειες έγιναν παράλληλα για τον έλεγχο του αποικισμού των Μακράς διαρκείας Σιλικονούχων Μαλακών Επιστρωμάτων (ΜΣΜΕ) από τους μικροοργανισμούς του στόματος και αφορούν στον τρόπο καθαρισμού των οδοντοστοιχιών (μηχανικό ή/και χημικό), όπου έχουν τοποθετηθεί τα υλικά αυτά.<sup>222</sup> Ιδιαίτερη αναφορά αποτέλεσαν *in vivo* συγκριτικές μελέτες, σύμφωνα με τις οποίες επιβεβαιώνεται ό,τι ήταν γνωστό αρκετά χρόνια πριν. Ο συνδυαστικός τρόπος καθαρισμού των οδοντοστοιχιών παίζει καταλυτικό ρόλο στον περιορισμό σχηματισμού βιοϋμενίου, ιδιαίτερα όταν η μηχανική αφαίρεση της μικροβιακής πλάκας γίνεται με την χρήση γάζας.<sup>149,223</sup> Από την εξίσωση θα πρέπει να παρακάμπτεται ο μηχανικός τρόπος καθαρισμού, όταν αυτός αφορά σε ασθενείς με περιορισμένες δεξιότητες ή κινητικά προβλήματα.<sup>224</sup> Επιπλέον, η χρήση οδοντόβουρτσας σε συνδυασμό με οδοντόπαστα, σαπουνί ή νερό θεωρείται ο συχνότερος τρόπος ελέγχου της μικροβιακής πλάκας σε οδοντοστοιχίες που έχουν επενδυθεί στην εσωτερική τους επιφάνεια με μαλακά επιστρώματα.<sup>225,226</sup> Θα πρέπει να αποφεύγεται η συνδυαστική χρήση οδοντόβουρτσας και οδοντόκρεμας στην περιοχή τοποθέτησης του μαλακού επιστρώματος, διότι αυξάνεται η επιφανειακή τραχύτητα του υλικού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την οργάνωση του βακτηριακού παράγοντα και την δημιουργία βιοϋμενίου στις ανομοιογενείς επιφάνειες του μαλακού επιστρώματος.<sup>227-229</sup> Προτείνεται η αποκλειστική χρήση σαπουνιού<sup>225</sup> και μάλιστα η χρήση σαπουνιού από καρύδα για τον έλεγχο αποικισμού των υλικών από τους ζυμομύκητες *Streptococcus mutans* και *C. albicans*.<sup>230</sup>

Η χρήση αντιμικροβιακών διαλυμάτων στα μαλακά επιστρώματα εφαρμόστηκε ως αποτελεσματικός τρόπος ελέγχου της αναστολής του αποικισμού με *C. albicans*. Τα διαλύματα αυτά είναι χαμηλού κόστους, αποτελεσματικά και δεν απαιτούν κάποια ιδιαίτερη δεξιότητα από τον ασθενή.<sup>224,231,232</sup> Οι αντιμικροβιακοί παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν κατηγοριοποιούνται σε καθαριστικά διαλύματα (αλκαλικά, υποχλωριώδη, υπεροξείδια, αραιά διαλύματα οξέων), αντισηπτικούς παράγοντες (διγλυκονική χλωρεξιδίνη, σαλικυλικό νάτριο, θειικός χαλκός), διαλύματα αιθυλικής αλκοόλης και ένζυμα.<sup>50,181,233-235</sup> Τα διαλύματα αυτά φαίνεται πως υποβαθμίζουν τις φυσικοχημικές και μηχανικές ιδιότητες των μαλακών επιστρωμάτων, παρόλα αυτά δεν υπάρχουν διαθέσιμες μακροχρόνιες μελέτες.<sup>185,236-238</sup>

Οι Yilmaz και συν. πρότειναν την απολύμανση των μαλακών επιστρωμάτων με την χρήση 5,25% NaOCl για 5' καθώς η μείωση του μικροβιακού παράγοντα ήταν

στατιστικώς σημαντική.<sup>185</sup> Οι Hanhel και συν. επίσης κατέληξαν στην άριστη αποτελεσματικότητα των υποχλωριωδών διαλυμάτων διαφόρων συγκεντρώσεων, στην απομάκρυνση του μικροβιακού υμενίου από τα μαλακά επιστρώματα.<sup>235</sup> Σύμφωνα με τους Pisani και συν. τα υποχλωριώδη διαλύματα διαδραματίζουν τις μεγαλύτερες αλλαγές στην σκληρότητα των επιστρωμάτων για οδοντοστοιχίες.<sup>239</sup> Μελέτες έδειξαν ότι η εμφάνιση των μαλακών επιστρωμάτων υλικών για 10 λεπτά σε 0,5 % διάλυμα NaOCl δεν έχει επιβλαβείς συνέπειες.<sup>240</sup>

Όσον αφορά την διγλυκονική χλωρεξιδίνη, κλινική μελέτη των Mantri και συν. ανέδειξε την αποτελεσματικότητα του συγκεκριμένου αντιμικροβιακού διαλύματος σε συγκέντρωση 4% και εμφάνιση των οδοντοστοιχιών για 5'.<sup>238</sup>

Αντίθετα η μελέτη των Boscato και συν., υπογραμμίζει την καθοριστική αρνητική επίδραση των αντιμικροβιακών παραγόντων σε κλινικό επίπεδο καθώς οδηγούν σε ανομοιογενή επιφάνεια υλικού και διευκολύνουν τον αποικισμό των μικροοργανισμών.<sup>149,235</sup> Επιπλέον, η δράση των συγκεκριμένων αντιμικροβιακών διαλυμάτων οδήγησε σε βαθμιαία αύξηση της σκληρότητας των μαλακών επιστρωμάτων.<sup>126,194,236</sup>

Σύμφωνα με τους Hekimoglu & συν. και Pavan και συν. τα μακράς διάρκειας εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα εμφανίζουν μεγαλύτερη σκληρότητα στη δομή του υλικού σε σχέση με τα αυτο-πολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα, μετά την εμφάνιση των δοκιμίων του υλικού σε αντιμικροβιακά διαλύματα διαφορετικών αναλογιών.<sup>233,241</sup> Η αύξηση της σκληρότητας του υλικού σχετίζεται με μεγαλύτερο βαθμό διασταύρωσης του πολυμερούς, το βαθμό πολυμερισμού και το είδος των ενισχυτικών ουσιών (fillers).<sup>242</sup> Η μεγαλύτερη σκληρότητα παρατηρήθηκε όταν εμφάνιστηκαν τα δείγματα σε 2% διάλυμα γλουταραλδεϋδης για 10 λεπτά.<sup>235,243</sup>

Τα μη ενθαρρυντικά αποτελέσματα της χρήσης αντιμικροβιακών παραγόντων στην αναστολή του αποικισμού των μαλακών επιστρωμάτων από τον *C. albicans*, έστρεψαν το ενδιαφέρον των ερευνητών στη χημική ενίσχυση της δομής των υλικών με την εμφάνισή τους σε κolloειδές διάλυμα νανοσωματιδίων αργύρου (AgNP).<sup>92,244</sup> Παρατηρήθηκε εκτεταμένη αναστολή προσκόλλησης του ζυμομύκητα, πιθανώς λόγω της δημιουργίας εμποδίου μεταξύ της επιφάνειας του υλικού και των βλαστοκονιδίων του ζυμομύκητα.<sup>92,245</sup> Η αντιμικροβιακή δράση των νανοσωματιδίων αργύρου κυμαινόταν μεταξύ 16-52 %.<sup>244</sup>

Σε νεότερες έρευνες αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε η ανεύρεση άλλων μεθόδων αναστολής του αποικισμού του *C. albicans* στα ΜΣΜΕ. Η κάλυψη των μαλακών επιστρωμάτων με βερνίκι οδοντοστοιχιών (denture surface light-curing sealant) *in vivo*, για την αναστολή του αποικισμού ζυμομυκήτων και βακτηρίων είχε ενθαρρυντικά αποτελέσματα.<sup>154,242,246,247</sup> Τα συγκεκριμένα βερνίκια στεγανοποιούν πόρους και οπές στην επιφάνεια των μαλακών επιστρωμάτων και τα προστατεύουν από διάφορες χημικές ουσίες, το σάλιο και το βούρτσισμα.<sup>137,247</sup> Αντίθετα, υπάρχουν μελέτες που υποβαθμίζουν την δράση των συγκεκριμένων προστατευτικών υλικών ως προς τον περιορισμό την επιφανειακής αδρότητας των μαλακών επιστρωμάτων.<sup>151,160</sup>

Παράλληλα, μελετήθηκε η αντιμικροβιακή δράση του φυσικού εκχυλίσματος της καρβακρόλης [2-methyl-5-(1-methylethyl) phenol] ( $C_{10}H_{14}O$ ), που περιέχεται σε διαδεδομένα βότανα όπως η ρίγανη και το θυμάρι.<sup>248,249</sup> Η καρβακρόλη περιόρισε σημαντικά τον αποικισμό των ζυμομυκήτων και πιο συγκεκριμένα του *C. albicans* και τον σχηματισμό βιοϋμενίου στα μαλακά επιστρώματα και αποτελεί μια υποσχόμενη λύση για την βελτίωση της στοματικής υγείας των ασθενών με κινητές προσθετικές εργασίες.<sup>250</sup>

Οι Sipahi και συν. παρατήρησαν ότι οι επιφάνειες με χαμηλή ελεύθερη ενέργεια καθυστερούν την άθροιση μικροβιακής πλάκας, επηρεάζοντας στάδια όπως η σύνθεση και η ωρίμανσή της.<sup>245</sup> Τα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα έχουν υψηλότερη ελεύθερη ενέργεια σε σχέση με την εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη, με αποτέλεσμα να είναι πιο ευάλωτα στην άθροιση μικροβιακής πλάκας.<sup>208</sup>

Εναλλακτική θεραπευτική μέθοδο αποτέλεσε η συσκευή μικροκυμάτων για 3min στα 500 Watt καθώς δεν επηρέαζε τη σκληρότητα του υλικού και την αντοχή του δεσμού μεταξύ των μαλακών επιστρωμάτων και της βάσης της οδοντοστοιχίας.<sup>223,251</sup>

Αποδείχτηκε όμως λιγότερο δραστική συγκριτικά με την απολύμανση με υποχλωριώδες διάλυμα.<sup>49,149,153,154,234,235,244,246,252,253</sup>

Η αναστολή δράσης των ζυμομυκήτων *C. albicans* σε περιστατικά μυκητιασικής στοματίτιδας μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση αντιμικροβιακών σκευασμάτων τοπικώς όπως η μικοναζόλη (miconazole), νυστατίνη (nystatin), κετοναζόλη (ketonazole), κλοτριμαζόλη (Clotrimazole), ιτρακοναζόλη (itraconazole) ή φλουκοναζόλη (fluconazole) συστηματικώς χορηγούμενη.<sup>254</sup> Τα αντιμικροβιακά σκευάσματα με βάση τον άργυρο όπως η μικοναζόλη, η κετοναζόλη και η

φλουκοναζόλη έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα.<sup>183,184,246,255-259</sup> Βρέθηκε ότι όσο υψηλότερη ήταν η συγκέντρωση νυστατίνης στο σκεύασμα τόσο πιο αποτελεσματική ήταν η δράση της στην επιφάνεια των μαλακών επιστρωμάτων.<sup>256,260,261</sup> Οι περισσότεροι από τους συγγραφείς κατέληξαν ότι οι 500.000 μονάδες νυστατίνης ήταν η μέση περιεκτικότητα των σκευασμάτων και η δράση της προοδευτικά μειωνόταν με την παρέλευση του χρόνου.<sup>256,261</sup>

## Σκεπτικό σχεδιασμού της συγκεκριμένης πειραματικής μελέτης

Παρά την εκτενή ενασχόληση της βιβλιογραφίας με την προσκόλληση και την αναστολή αποικισμού του *C. albicans* στα μαλακά επιστρώματα των οδοντοστοιχιών, δεν υπάρχει διαθέσιμη μελέτη, που να διερευνά τον αποικισμό μέσω της ποσοτικοποίησης του αριθμού των βλαστοκονιδίων του συγκεκριμένου ζυμομύκητα στην επιφάνεια μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, τοποθετημένων σε προκατασκευασμένους CAD/CAM μονολιθικούς δίσκους PMMA. Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκε η παρούσα in vitro μελέτη ώστε να προσδιορίσει τον αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων μετά την εμφύτευσή τους σε τεχνητό και φυσικό σάλιο.

Επιλέχθηκαν 4 ευρέως χρησιμοποιούμενα εμπορικά διαθέσιμα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα μακράς διάρκειας, τα οποία πλεονεκτούν σε σχέση με τα εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα στο γεγονός ότι η εφαρμογή γίνεται άμεσα στο οδοντιατρείο, χωρίς τη μεσολάβηση οδοντοτεχνικού εργαστηρίου. Σε μια επίσκεψη αναπροσαρμόζεται αποτελεσματικά η εσωτερική επιφάνεια της οδοντοστοιχίας του ασθενή, χωρίς αυτός να τη στερείται για εύλογο χρονικό διάστημα.

Η επιλογή του εργαστηριακά κατασκευασμένου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος μακράς διάρκειας (Molloplast B) ως ομάδα ελέγχου (control group), έγινε στην λογική ενός ιδιαίτερα διαδεδομένου εμπορικά υλικού, που έχει μελετηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία και εμφανίζει πολύ καλά κλινικά αποτελέσματα στην πολυετή παρουσία του.

Το ερευνητικό πρωτόκολλο της παρούσας in vitro μελέτης, συμπεριλαμβάνει την μέτρηση του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. albicans* στην πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια της μεσόφασης των δειγμάτων που κατασκευάστηκαν από σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα και CAD/CAM PMMA για βάσεις οδοντοστοιχιών. Η ενσωμάτωση στην μελέτη της διασύνδεσης στην πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε για να συλλεγούν πληροφορίες, που αφορούν στην ανάπτυξη και διατήρηση του δεσμού, που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο υλικών. Η δύναμη του δεσμού των υλικών στην ευαίσθητη αυτή περιοχή, ενισχύει την αντίσταση στην μικροβιακή επιμόλυνση και αποτελεί εγγύηση στη διασφάλιση της μακροβιότητας των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

Τέλος, η ανάγκη αξιολόγησης της πρώιμης προσκόλλησης του αριθμού των βλαστοσπορίων οδήγησε στην επιλογή του τεχνητού σάλιου ως μέσο εμφύτευσης. Επιπρόσθετα, η βύθιση των δοκιμίων σε φυσικό σάλιο και ο προσδιορισμός του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. albicans* που αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μετά από 24 ώρες και 21 ημέρες είχε σαν απώτερο στόχο την ρεαλιστική προσομοίωση των συγκεκριμένων προσθετικών υλικών σε συνθήκες στόματος, καθώς και την καταγραφή του ρυθμού αποικισμού του συγκεκριμένου ζυμομύκητα στα υλικά αυτά.

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## Σκοπός & Αντικείμενα της μελέτης

Ο σκοπός της εργαστηριακής αυτής μελέτης ήταν η διερεύνηση της προσκόλλησης μέσω της ποσοτικοποίησης του αριθμού των βλαστοκονιδίων του ζυμομύκητα *C. albicans* στην επιφάνεια 5 μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων οδοντοστοιχιών.

Πιο συγκεκριμένα αντικείμενα της μελέτης αποτέλεσαν:

- ο προσδιορισμός του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. Albicans*, που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μετά από 1 ώρα, εμβαπτίζοντας τα δοκίμια σε τεχνητό σάλιο.
- ο προσδιορισμός του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. Albicans*, που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μετά από 24 ώρες, εμβαπτίζοντας τα δοκίμια σε τεχνητό σάλιο.
- ο προσδιορισμός του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. Albicans*, που αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, εμβαπτίζοντας τα δοκίμια σε φυσικό σάλιο για 24 ώρες.
- ο προσδιορισμός του αριθμού των ζυμομυκήτων *C. Albicans*, που αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, εμβαπτίζοντας τα δοκίμια σε φυσικό σάλιο για 21 ημέρες.

## Υποθέσεις εργασίας

- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. Albicans*, που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν την πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων των 4 αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων για χρήση στο οδοντιατρείο σε σχέση με το εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα, μετά την εμβάπτιση σε τεχνητό σάλιο για 1 ώρα.
- Ο αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. Albicans*, που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν την πρόσθια και την πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων των 4 αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων για χρήση στο οδοντιατρείο δεν διαφέρει, σε σχέση με το εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα, μετά την εμβάπτιση σε τεχνητό σάλιο για 24 ώρες.

- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. Albicans*, που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν την πρόσθια και την πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων των 4 αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων για χρήση στο οδοντιατρείο σε σχέση με το εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα, εμβαπτίζοντας τα δοκίμια σε φυσικό σάλιο για 24 ώρες.
- Ο αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. Albicans*, που αποίκισαν την πρόσθια και την πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων των 4 αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων για χρήση στο οδοντιατρείο δεν διαφέρει σε σχέση με το εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα, μετά την εμβάπτιση σε φυσικό σάλιο για 21 ημέρες.

### **Αναμενόμενα οφέλη**

Η συλλογή πληροφοριών σχετικά με την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών στην προσκόλληση, αποικισμό και τη διείσδυση των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των διαφορετικών σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μακράς διάρκειας θα συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση του μηχανισμού προσκόλλησης, διείσδυσης, αλλά και πολλαπλασιασμού του ζυμομύκητα *C. albicans*. Με τον τρόπο αυτό θα καταστεί εφικτή η στοχευμένη πρόληψη και αντιμετώπιση νοσολογικών καταστάσεων, όπως η στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες.

## Υλικά & Μέθοδοι

Τέσσερα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μακράς διάρκειας μαλακά επιστρώματα για χρήση στο οδοντιατρείο (**GC Reline Soft, Elite Soft Relining, Ufigel SC** και **Tokuyama Sofreliner S**) και ένα εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα (**Molloplast B**) χρησιμοποιήθηκαν. Για την κατασκευή των ακρυλικών βάσεων, που συγκρατούν τα μαλακά επιστρώματα χρησιμοποιήθηκε προπολυμερισμένος μονολιθικός δίσκος κοπής πολυμεθυλμεθακρυλικού μεθυλίου (IvoBase). Στον Πίνακα 5 δίνονται επιπλέον στοιχεία σχετικά με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

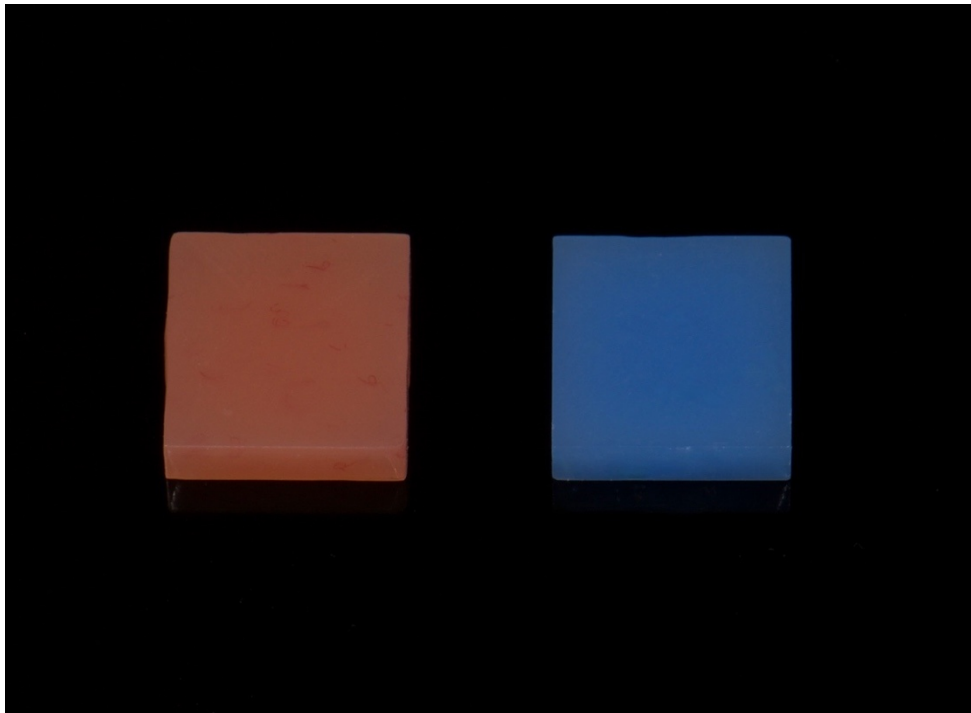
**Πίνακας 5.** Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

| Υλικό                                                | Εταιρεία Κατασκευής                             | Τρόπος πολυμερισμού            |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Μακράς διάρκειας σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα</b> |                                                 |                                |
| <b>Molloplast B (MB)</b>                             | Detax GmbH, Ettlingen, Germany                  | εν θερμώ πολυμεριζόμενο        |
| <b>GC Reline Soft (GCRS)</b>                         | GC Europe N.V., Leuven, Belgium                 | αυτο-πολυμεριζόμενο            |
| <b>Elite Soft Relining (ESR)</b>                     | Zhermack S.P.A., Barda Polesine (Rovigo), Italy | αυτο-πολυμεριζόμενο            |
| <b>Tokuyama Sofreliner S (TSS)</b>                   | Tokuyama Europe GmbH, Dusseldorf, Germany       | αυτο-πολυμεριζόμενο            |
| <b>Ufigel SC (USC)</b>                               | Voco, GmbH, Cuxhaven, Germany                   | αυτο-πολυμεριζόμενο            |
| <b>Ακρυλική ρητίνη βάσης οδοντοστοιχιών</b>          |                                                 |                                |
| <b>IvoBase</b>                                       | Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein      | προπολυμερισμένος δίσκος κοπής |

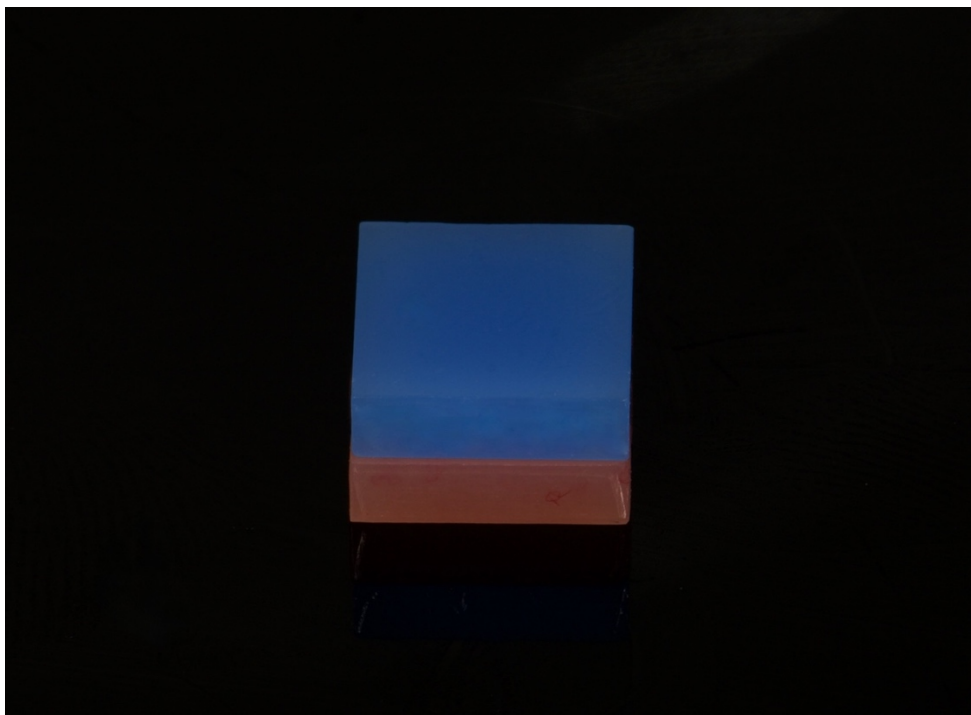
### *Κατασκευή των δειγμάτων*

Πενήντα (50) ακρυλικά πρότυπα με διαστάσεις 10 x 10 x 3 mm παράχθηκαν σε ειδική συσκευή μηχανικής κοπής 5 αξόνων (PrograMill PM7; Ivoclar Vivadent AG) από προπολυμερισμένους μονολιθικούς δίσκους κοπής PMMA. Τα ακρυλικά αυτά δείγματα, που αντιστοιχούν στη βάση της οδοντοστοιχίας, αδροποιήθηκαν μηχανικά με ειδικό ιμάντα πριονιού (trimmer) χρησιμοποιώντας silicon carbide paper disc (320 grit), με ταυτόχρονο καταιονισμό νερού για την αποφυγή υπερθέρμανσης του υλικού. Οι διαστάσεις των ακρυλικών δοκιμών ελέγχθηκαν με ψηφιακό μικρόμετρο για την επιβεβαίωση των ακριβών διαστάσεων. Πενήντα (50) κέρινα πρότυπα ιδίων διαστάσεων 10x10x3mm κατασκευάστηκαν με μηχανική κοπή προκατασκευασμένων

δίσκων κεριού (ProArt Milling Wax; Ivoclar Vivadent AG), χρησιμοποιώντας την ίδια συσκευή κοπής 5 αξόνων (PrograMill PM7; Ivoclar Vivadent AG). Τα κέρνα προπλάσματα τοποθετήθηκαν με απόλυτη ακρίβεια πάνω στις επιφάνειες των ακρυλικών δειγμάτων (Εικόνες 3 & 4). Στη συνέχεια τα δείγματα ταξινομήθηκαν σε 5 ομάδες των 10 ακρυλικών δοκιμίων. Κάθε ομάδα δοκιμίων βυθίστηκε στο αβαθές ημιμόριο ενός οδοντιατρικού εγκλείστρου (μούφλο), το οποίο πληρώθηκε με οδοντιατρική σκληρή γύψο ( $\alpha$ -CaSO<sub>4</sub> <sup>1/2</sup> H<sub>2</sub>O), (Resin Rock; WhipMix Europe GmbH, Dortmund, Germany) (Εικόνα 5). Μετά την κρυστάλλωση της γύψου η εκτεθειμένη επιφάνεια του συγκεκριμένου τμήματος εγκλείστρου επαλείφτηκε με διαχωριστικό μέσο (sodium alginate ή petroleum gel), ενώ τοποθετήθηκε και το άλλο ημιμόριο του εγκλείστρου το οποίο είχε πληρωθεί με γύψο. Το έγκλειστρο τοποθετήθηκε σε συσκευή αποκήρωσης για 10min υπό συνεχή καταιονισμό νερού, θερμοκρασίας 100<sup>0</sup> C. Τα έγκλειστρα ανοίχτηκαν και τυχόν υπολείμματα εκπλύθηκαν εκ νέου με καταιονισμό ζεστού νερού. Η εξωτερική επιφάνεια των ακρυλικών δειγμάτων (Εικόνα 6) καθαρίστηκε με καθαρή αλκοόλη και ακολούθησε η τοποθέτηση των μαλακών επιστρώματων σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σε ό,τι αφορά τα δοκίμια, που μετέπειτα θα τοποθετούνταν τα 4 αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα, έγινε επάλειψη με ειδικό ενεργοποιητή (primer) (συμπεριλαμβάνεται στη συσκευασία) στην επιφάνεια των ακρυλικών δειγμάτων και αφέθηκαν να στεγνώσουν σε θερμοκρασία δωματίου για 1min (Εικόνα 7). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε έγχυση του μαλακού επιστρώματος πάνω στα ακρυλικά δοκίμια των 4 ομάδων, δύο μέρη των εγκλείστρων έκλεισαν και τοποθετήθηκαν σε πρέσα με ελαφρά πίεση 10 KN για 20min (Εικόνα 8). Για το εν θερμώ πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία και στη συνέχεια το κλειστό έγκλειστρο τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο για 7 ώρες στους 70<sup>0</sup> C και στη συνέχεια για 3 ώρες στους 100<sup>0</sup> C. Αφού ολοκληρώθηκε ο πολυμερισμός όλων των δειγμάτων (Εικόνα 9), αυτά αφαιρέθηκαν από τα έγκλειστρα και καθαρίστηκαν οι περισσειες του υλικού με νυστέρι.



**Εικόνα 3.** Ακρυλικό δείγμα (πορτοκαλί) και κέρινο πρόπλασμα (μπλε)



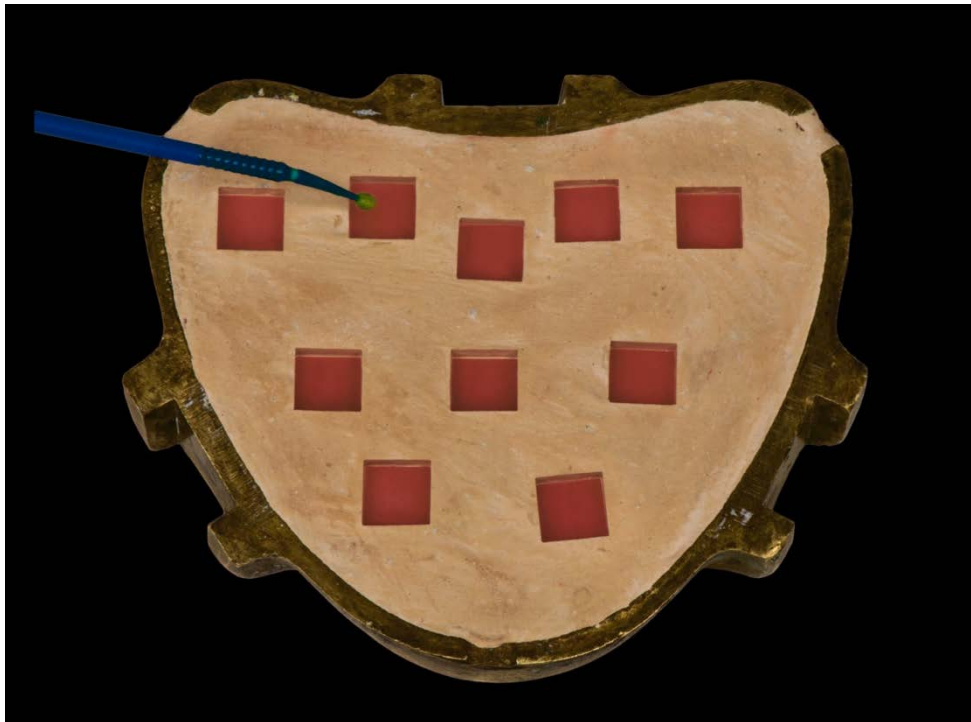
**Εικόνα 4.** Τοποθέτηση των κέρινων προπλασμάτων με απόλυτη ακρίβεια στις επιφάνειες των ακρυλικών δειγμάτων



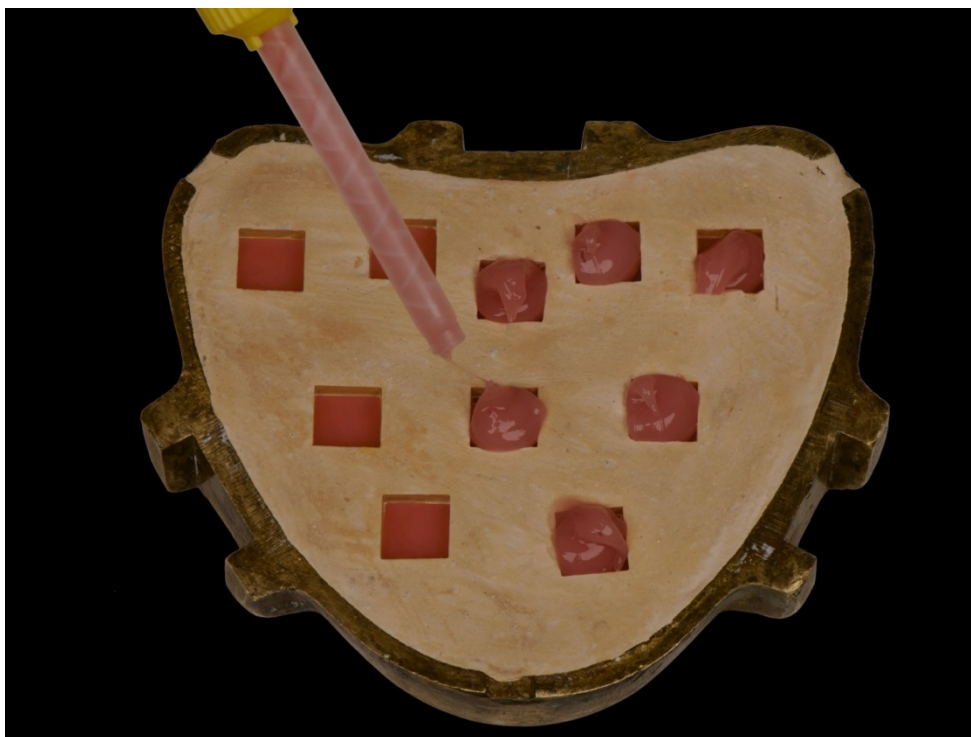
**Εικόνα 5.** Εμβύθιση των δοκιμίων στο αβαθές ημιμόριο του οδοντιατρικού εγκλείστρου



**Εικόνα 6.** Η εξωτερική επιφάνεια των ακρυλικών δειγμάτων μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αποκήρωσης.



**Εικόνα 7.** Επάλειψη με μικροεντριπτήρα ειδικού ενεργοποιητή (primer), στην επιφάνεια των ακρυλικών δειγμάτων



**Εικόνα 8.** Έγχυση αυτο-πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος στις επιφάνειες των ακρυλικών δειγμάτων



**Εικόνα 9.** Ολοκλήρωση του πολυμερισμού των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων και απομάκρυνση της περίσσειας

### ***Προσκόλληση βλαστοκονιδίων C. albicans στα μαλακά επιστρώματα μετά την εμφύτευσή τους σε τεχνητό σάλιο***

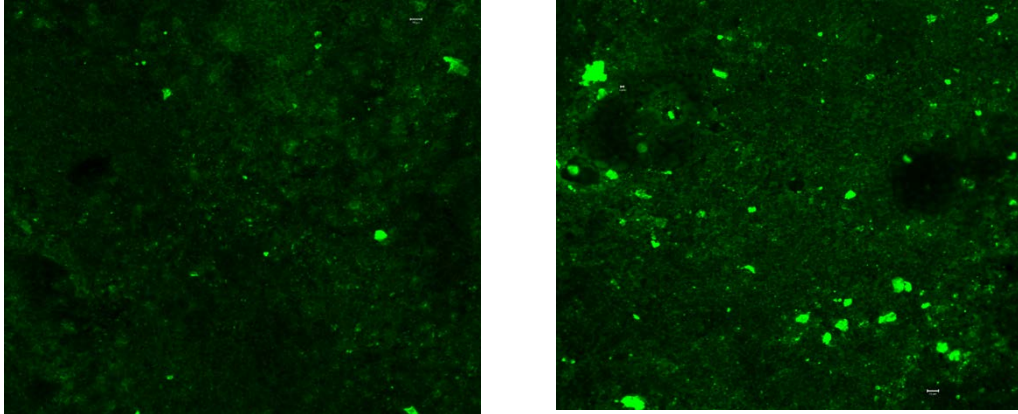
Πρότυπο στέλεχος *C. albicans* (A543) αποθηκεύτηκε σε αποστειρωμένο νερό με 1% γλυκερόλη στους  $-20^{\circ}\text{C}$ . 10 ml aliquot of storage culture επώαστηκε σε θρεπτικό υλικό Sabourad άγαρ (Scharlau Chemie SA, Barcelona, Spain). Μετά την επώαση του μείγματος για 24 ώρες, 2-3 αποικίες *C. albicans* εγχύθηκαν σε 100ml τεχνητού σάλιου (Scharlau Chemie SA, Barcelona, Spain) και επώαστηκαν όλη την νύχτα στους  $37^{\circ}\text{C}$ .

Τα 50 δοκίμια τοποθετήθηκαν μέσα σε αποστειρωμένους πλαστικούς σωλήνες τύπου Falcon των 50ml που περιείχαν 2 ml τεχνητού σάλιου. Ακολούθησε η ομογενοποίηση και επώασή τους στους  $37^{\circ}\text{C}$  για 1h και 24h. Μετά την επώαση, το μείγμα φυγοκεντρήθηκε για 5 min στις 2500 στροφές (rpm) και εκπλύθηκε 3 φορές με αποστειρωμένο PBS. Το εναιώρημα φωτομετρήθηκε ώστε να έχει οπτική πυκνότητα 0,5 στα 540nm ( $2.8 \times 10^6$  cfu/ml). Τα δοκίμια όλων των ομάδων αποστειρώθηκαν για 30min στους  $134^{\circ}\text{C}$ . Μετά την διαδικασία της αποστείρωσης, τα δοκίμια τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένους πλαστικούς σωληνίσκους των 50ml με την επιφάνεια του μαλακού επιστρώματος σε κάθετη θέση. Ακολουθήθηκε επώαση των δοκιμίων για 1h και 24h, υπό συνεχή ανακίνηση στους  $37^{\circ}\text{C}$ . Μετά την ολοκλήρωση της επώασης, τα δοκίμια αφαιρέθηκαν από τους σωληνίσκους, εκπλύθηκαν με την εμφύτευσή τους για 3 φορές σε 20ml αποστειρωμένου PBS και παρέμειναν σε 4% γλουταραλδεΐδη για τουλάχιστον 2h, ώστε τα κύτταρα που είχαν προσφυθεί ελαφρά στην εξωτερική επιφάνεια του μαλακού επιστρώματος των δειγμάτων να απομακρυνθούν. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν σε διάλυμα αλκοόλης συγκέντρωσης 100% όπου παρέμειναν για 1min αντίστοιχα το κάθε ένα και στη συνέχεια αφέθηκαν να στεγνώσουν τοποθετούμενα σε οριζόντια θέση με την επιφάνεια του μαλακού επιστρώματος προς τα πάνω.

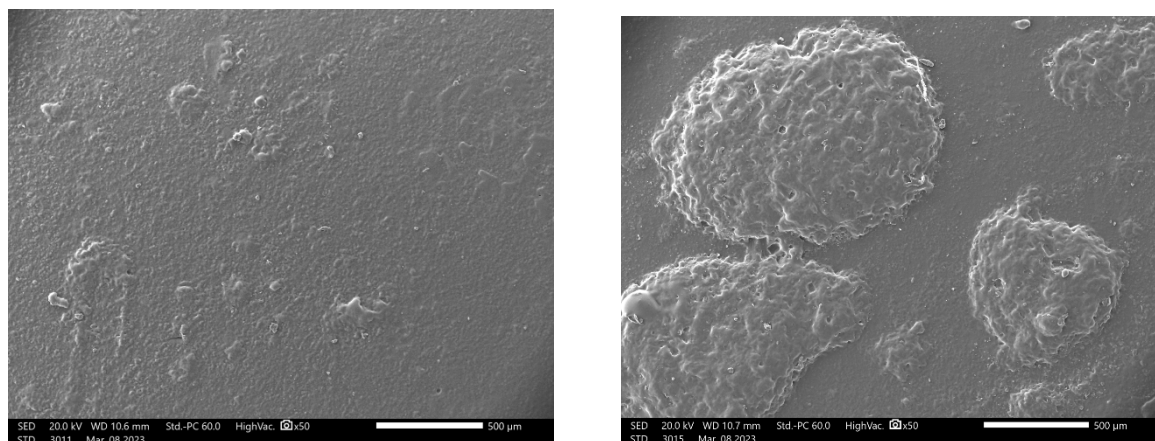
Τα δοκίμια βάφτηκαν για 2min με την φθορίζουσα χρωστική acridine orange (0,03%) (Panreac Quimica SA, Barcelona, Spain). Η περίσσεια της φθορίζουσας χρωστικής απομακρύνθηκε με την έκπλυση σε αποστειρωμένο νερό διπλού απιονισμού (water for injection) και στέγνωσαν σε συνθήκες δωματίου.

Με την μελέτη 10 τυχαίων περιοχών των δοκιμίων με την χρήση μικροσκοπίου φθορισμού (Zeiss LSM780 confocal laser scanning microscope (CLSM)) τόσο στην πρόσθια όσο και στην πλάγια επιφάνεια (σημείο πρόσφυσης του υπό μελέτη υλικού με την ακρυλική ρητίνη), μετρήθηκε ο αριθμός των βλαστοσπορίων και ο μέσος

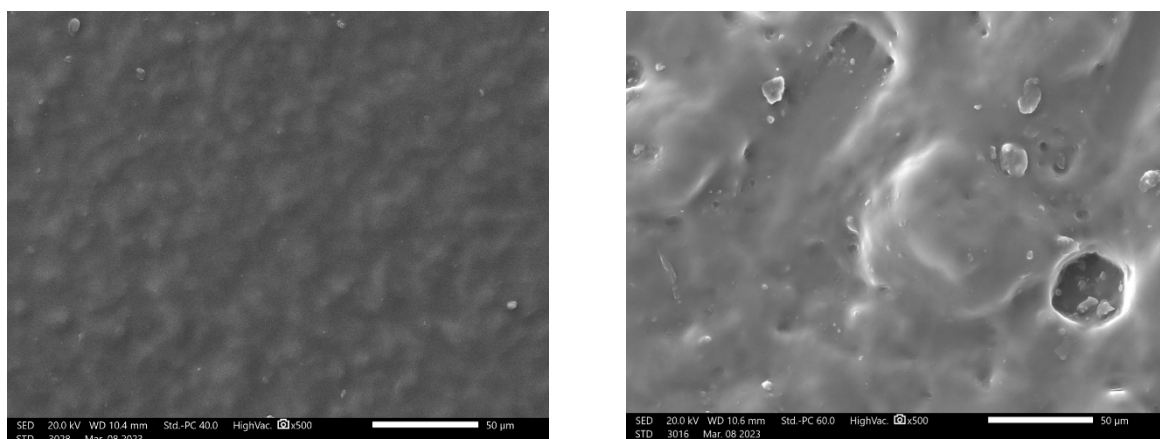
αριθμός ζυμομυκήτων της κάθε περιοχής (Εικόνα 10). Οι ίδιες επιφάνειες μελετήθηκαν με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) JSM-IT500 της εταιρείας JEOL, σε μεγεθύνσεις  $\times 50$ ,  $\times 500$ ,  $\times 3000$ , όπως φαίνεται στις Εικόνες 11-13.



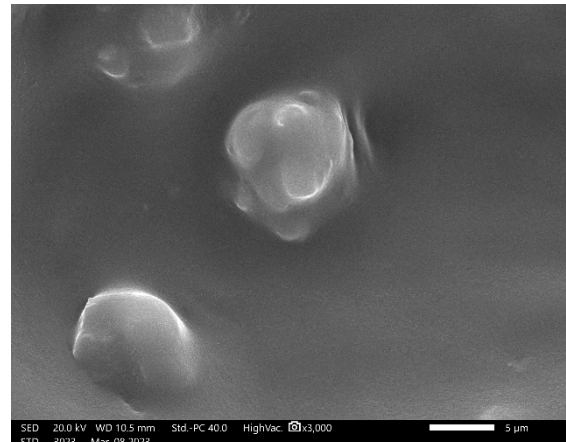
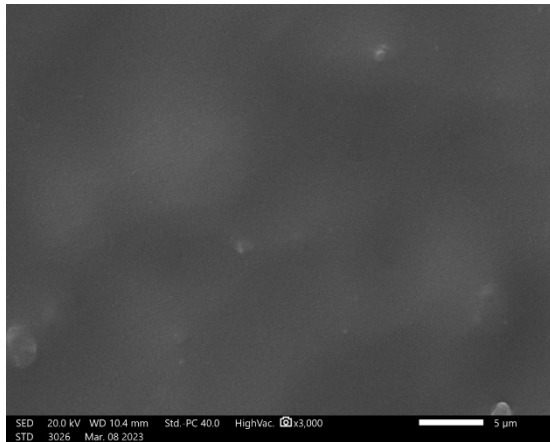
**Εικόνα 10.** Εικόνα ζυμομυκήτων με χρήση μικροσκοπίας φθορισμού στην πρόσθια επιφάνεια Molloplast B σε 1h και 24h αντίστοιχα.



**Εικόνα 11.** Εικόνα SEM πρόσθιας επιφάνειας Molloplast B απουσία και παρουσία ζυμομυκήτων σε μεγέθυνση  $\times 50$ .



**Εικόνα 12.** Εικόνα SEM πρόσθιας επιφάνειας Molloplast B απουσία και παρουσία ζυμομυκήτων σε μεγέθυνση  $\times 500$ .



**Εικόνα 13.** Εικόνα SEM πρόσθιας επιφάνειας Molloplast B απουσία και παρουσία ζυμομυκήτων σε μεγέθυνση  $\times 3000$ .

### ***Προσκόλληση βλαστοκονιδίων C. albicans στα μαλακά επιστρώματα μετά την εμφύπτισή τους σε φυσικό σάλιο***

Σαν πηγή σιέλου χρησιμοποιήθηκε άνδρας-δότης ηλικίας 36 ετών, ελεύθερος από τερηδόνα και περιοδοντική νόσο. Για τη διέγερση παραγωγής σάλιου χρησιμοποιήθηκε παραφίνη (SIGMA Chemical Co. St Louis, USA). Η συλλογή αφορούσε ~250 ml σιέλου και πραγματοποιήθηκε καθημερινά για 8 εβδομάδες (ώρα συλλογής 7-8 π.μ.), μία ώρα μετά το βούρτσισμα των δοντιών. Η αποθήκευση και συντήρησή του γινόταν σε πλαστικά δοχεία με ευρύ στόμιο (urobox) και η φύλαξή του στους -80<sup>0</sup> C. Το σάλιο χρησιμοποιήθηκε αυτούσιο, χωρίς φυγοκέντρηση, ώστε να διατηρεί όλους τους μικροοργανισμούς της φυσιολογικής χλωρίδας.

Τα 50 δοκίμια τοποθετήθηκαν μέσα σε αποστειρωμένους πλαστικούς σωλήνες τύπου Falcon των 50 ml που περιείχαν 2 ml φυσικού σάλιου. Από το εναιώρημα φυσικού σάλιου (cell suspension) 2 ml τοποθετήθηκαν σε κάθε πλαστικό σωληνίσκο ξεχωριστά ώστε να εμφύπτιζεται ολόκληρο το δείγμα εντός του υγρού. Ακολούθησε η ομογενοποίηση και επώασή τους στους 37<sup>0</sup> C για 24 ώρες και 3 εβδομάδες. Μετά την επώαση, το μείγμα φυγοκεντρήθηκε για 5min στις 2500 στροφές (rpm) και εκπλύθηκε 3 φορές με αποστειρωμένο PBS. Το εναιώρημα φωτομετρήθηκε ώστε να έχει οπτική πυκνότητα 0,5 στα 540 nm ( $2.8 \times 10^6$  cfu/ml). Τα δοκίμια όλων των ομάδων αποστειρώθηκαν για 30 min στους 134<sup>0</sup> C. Μετά την διαδικασία της αποστείρωσης, τα δοκίμια τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένους πλαστικούς σωληνίσκους των 50 ml με την επιφάνεια του μαλακού επιστρώματος σε κάθετη θέση. Από το εναιώρημα φυσικού σάλιου (cell suspension) 2 ml τοποθετήθηκαν σε κάθε πλαστικό σωληνίσκο ξεχωριστά ώστε να εμφύπτιζεται ολόκληρο το δείγμα εντός του υγρού. Τα δοκίμια μεταφερόντουσαν σε καινούργιους αποστειρωμένους πλαστικούς σωλήνες τύπου Falcon των 5 ml που περιείχαν 2ml νέο φυσικό σάλιο κάθε εβδομάδα. Ακολουθήθηκε επώαση των δοκιμίων για 24h και 21 ημέρες, υπό συνεχή ανακίνηση στους 37<sup>0</sup> C. Μετά την ολοκλήρωση της επώασης, τα δοκίμια αφαιρέθηκαν από τους σωληνίσκους, εκπλύθηκαν με την εμφύπτισή τους για 3 φορές σε 20ml αποστειρωμένου PBS και παρέμειναν σε 4% γλουταραλδεΰδη για τουλάχιστον 2h, ώστε τα κύτταρα που είχαν προσφυθεί ελαφρά στην εξωτερική επιφάνεια του μαλακού επιστρώματος των δειγμάτων να απομακρυνθούν. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν σε διάλυμα αλκοόλης συγκέντρωσης 100% όπου παρέμειναν για 1min αντίστοιχα το κάθε ένα και στη συνέχεια αφέθηκαν να στεγνώσουν

τοποθετούμενα σε οριζόντια θέση με την επιφάνεια του μαλακού επιστρώματος προς τα πάνω.

Τα δοκίμια βάφτηκαν για 2min με την φθορίζουσα χρωστική acridine orange (0,03%) (Panreac Quimica SA, Barcelona, Spain). Η περίσσεια της φθορίζουσας χρωστικής απομακρύνθηκε με την έκπλυση σε αποστειρωμένο νερό διπλού απιονισμού και στέγνωσαν σε συνθήκες δωματίου.

Με την μελέτη 10 τυχαίων περιοχών των δοκιμίων με την χρήση μικροσκοπίου φθορισμού (μεγέθυνση x 400) τόσο στην πρόσθια όσο και στην πλάγια επιφάνεια, μετρήθηκε ο αριθμός των βλαστοσπορίων και ο μέσος αριθμός ζυμομυκήτων της κάθε περιοχής.

## Υπολογισμός απαραίτητου μεγέθους δείγματος

Προκειμένου να υπολογιστεί το απαραίτητο μέγεθος δείγματος, διενεργήθηκε μια αρχική πιλοτική μελέτη σε 5 δείγματα για κάθε μία από τις 5 πειραματικές ομάδες. Υπολογίστηκε ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* για κάθε μία από τις 5 ομάδες και στη συνέχεια έγινε σύγκριση της μέσης τιμής μεταξύ των 5 ομάδων, χρησιμοποιώντας One-way analysis of variance. Αυτή η σύγκριση έδειξε ότι θα έπρεπε να συμπεριληφθούν 10 δείγματα για κάθε ομάδα στην μελέτη.

## Στατιστική Ανάλυση

Για την περιγραφική ανάλυση των ποσοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν η μέση τιμή (μ.τ.) και η τυπική απόκλιση (τ.α.).

**Τεχνητό σάλιο:** για τη σύγκριση του αριθμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ της 1ης ώρας και των 24 ωρών σε κάθε ένα από τα πέντε σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (Molloplast B, GC Reline Soft, Elite Soft Relining, Ufigel Sc, Tokuyama Sofreliner S) χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία t για εξαρτημένα δείγματα. Για τη σύγκριση του αριθμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων τόσο την 1η ώρα, όσο και στις 24 ώρες, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA), καθώς και ο έλεγχος Bonferroni για τις μετέπειτα συγκρίσεις ανά δύο.

**Φυσικό σάλιο:** για τη σύγκριση του αριθμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων τόσο στις 24 ώρες, όσο και στις 3 εβδομάδες, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA), καθώς και ο έλεγχος Bonferroni για τις μετέπειτα συγκρίσεις ανά δύο. Για τη σύγκριση του αριθμού βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ της πρόσθιας και της πλάγιας επιφάνειας σε κάθε ένα από τα πέντε σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα τόσο στις 24 ώρες, όσο και στις 3 εβδομάδες, χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία t για εξαρτημένα δείγματα.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος «IBM SPSS Statistics 27». Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο 5%.



## Αποτελέσματα

Συνολικά, μελετήθηκαν 50 δοκίμια διαστάσεων 10x10x3 mm. Κατασκευάστηκαν 10 δοκίμια για κάθε ένα από τα μαλακά επιστρώματα, που συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία.

Στην πρώτη φάση του πειράματος, τα δοκίμια, που περιλάμβαναν και τα πέντε μακράς διαρκείας μαλακά επιστρώματα, εμβαπτίστηκαν σε τεχνητό σάλιο για 24 ώρες.

Στον **Πίνακα 6** παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν στα δοκίμια με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση στην **πρόσθια** επιφάνεια των δοκιμίων.

### Στη 1 ώρα

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα: Elite Soft Relining (**p-τιμή=0.017**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή=0.001**) και Ufigel Sc (**p-τιμή=0.002**).
- Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των ζυμομυκήτων *C. albicans* μεταξύ των υπόλοιπων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

### Στις 24 ώρες

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στο αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα: Elite

Soft Relining (**p- τιμή=0.002**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή=0.001**) και Ufigel Sc (**p-τιμή=0.001**).

- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των υπόλοιπων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

Όσον αφορά τον ρυθμό πολλαπλασιασμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans* από την 1η ώρα στις 24 ώρες εντός των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση και στα πέντε μαλακά επιστρώματα (**Πίνακας 6, Γράφημα 1**). Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων στο εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B σχεδόν διπλασιάστηκε από την 1η στις 24 ώρες (**p-τιμή=0.001**). Παρόμοια αύξηση παρατηρήθηκε και στο αυτο-πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.001**). Στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα Elite Soft Relining, ο μέσος αριθμός αυξήθηκε κατά 1.55 φορές από την 1 η ώρα στις 24 ώρες (**p-τιμή=0.032**) και στο Ufigel Sc τριπλασιάστηκε από την 1 η στις 24 ώρες (**p-τιμή=0.001**). Δεν βρέθηκε διαφορά στο μέσο αριθμό βλαστοκονιδίων του αυτο-πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος GC Reline Soft από την 1η στις 24 ώρες (**p-τιμή=0.220**).

Στον **Πίνακα 7** παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν στα δοκίμια με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση στην **πλαϊνή** επιφάνεια των δοκιμίων.

#### **Στην 1 ώρα**

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πλαϊνή επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε μαλακών επιστρωμάτων στη 1 ώρα.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα Elite Soft Relining (**p-τιμή=0.047**) και GC Reline Soft (**p-τιμή=0.026**).

- Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά με το αυτό πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.105**) και το αυτό πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Ufigel SC (**p-τιμή=0.022**).
- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των ζυμομυκήτων *C. albicans*, που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

#### Στις 24 ώρες

- Παρατηρήθηκε πως ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πλαϊνή επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων στις 24 ώρες.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο εν θερμό πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα: Elite Soft Relining (**p-τιμή=0.001**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή=0.001**) και το Ufigel Sc (**p-τιμή=0.004**).
- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των υπόλοιπων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

Όσον αφορά τον ρυθμό πολλαπλασιασμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans* από την 1<sup>η</sup> ώρα στις 24 ώρες εντός των μαλακών επιστρωμάτων, υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση και στα πέντε μαλακά επιστρώματα (**Πίνακας 7, Γράφημα 2**). Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων στο Molloplast B σχεδόν διπλασιάστηκε από την 1<sup>η</sup> στις 24 ώρες (**p-τιμή<0.001**). Στο Elite Soft Relining, ο μέσος αριθμός αυξήθηκε κατά 1.8 φορές από την 1<sup>η</sup> ώρα στις 24 ώρες (**p-τιμή=0.013**). Παρόμοια αύξηση κατά 1.7 φορές και κατά 1.6 φορές παρατηρήθηκε στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.012**) και στο GC Reline Soft, αντίστοιχα, από την 1<sup>η</sup> στις 24 ώρες (**p-τιμή=0.021**). Τέλος, στο Ufigel Sc ο μέσος αριθμός αυξήθηκε κατά 2.5 φορές από την 1<sup>η</sup> ώρα στις 24 ώρες (**p-τιμή<0.001**).



Στη δεύτερη φάση του πειράματος, τα δοκίμια και των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων εμβαπτίστηκαν σε φυσικό σάλιο για τρεις εβδομάδες.

Στον **Πίνακα 8** παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν στα δοκίμια με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση στην **πρόσθια** επιφάνεια των δοκιμίων στις 24 ώρες.

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο εν θερμό πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B ήταν σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα: Elite Soft Relining (**p-τιμή<0.001**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή<0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή<0.001**) και Ufigel Sc (**p-τιμή<0.001**).
- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των υπόλοιπων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

Στον **Πίνακα 8** παρουσιάζεται επίσης ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν στα δοκίμια με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση στην **πλαϊνή** επιφάνεια των δοκιμίων στις 24 ώρες.

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην **πλαϊνή επιφάνεια** των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο Molloplast B ήταν σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό των αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων: Elite Soft Relining (**p-τιμή<0.001**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή<0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή<0.001**) και Ufigel Sc (**p-τιμή<0.001**).
- Επίσης, ο μέσος αριθμός στο επίστρωμα Elite Soft Relining ήταν σημαντικά μικρότερος από τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στο επίστρωμα Ufigel Sc (**p-**

**τιμή=0.005**). Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των υπόλοιπων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

Όσον αφορά τον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ της πρόσθιας και της πλαϊνής επιφάνειας στις 24 ώρες εντός των μαλακών επιστρωμάτων, υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο επιφανειών στο Elite Soft Relining και το GC Relining Soft (**Πίνακας 8, Γράφημα 3**). Πιο συγκεκριμένα, στο επίστρωμα Elite Soft Relining ο μέσος αριθμός στην πρόσθια επιφάνεια ήταν σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με την πλαϊνή επιφάνεια (**p-τιμή=0.008**), ενώ στο επίστρωμα GC Reline Soft ο μέσος αριθμός στην πρόσθια επιφάνεια ήταν σημαντικά μικρότερος σε σχέση με την πλαϊνή επιφάνεια (**p-τιμή=0.006**). Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ της πρόσθιας και της πλαϊνής επιφάνειας στο επίστρωμα Tokuyama Sofreliner S και το Ufigel Sc.

Στον **Πίνακα 9** παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν στα δοκίμια με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση στην **πρόσθια** επιφάνεια των δοκιμίων στις 3 εβδομάδες.

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο Molloplast B ήταν σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό των αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων: Elite Soft Relining (**p-τιμή=0.001**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή<0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή<0.001**) και Ufigel Sc (**p-τιμή=0.003**).
- Επίσης, ο μέσος αριθμός στο επίστρωμα Elite Soft Relining ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα αυτό πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.006**) και GC Reline Soft (**p-τιμή<0.001**).
- Επιπρόσθετα, ο μέσος αριθμός στο Ufigel Sc ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα αυτό-πολυμεριζόμενα

σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή=0.004**) και GC Reline Soft (**p-τιμή<0.001**).

- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ των επιστρωμάτων Elite Soft Relining και Ufigel Sc.

Στον **Πίνακα 9** παρουσιάζεται επίσης ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν στα δοκίμια με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση στην **πλαϊνή** επιφάνεια των δοκιμίων στις 3 εβδομάδες.

- Ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πλαϊνή επιφάνεια των δοκιμίων διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των πέντε σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.
- Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων που προσκολλήθηκε στο επίστρωμα Molloplast B ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στα επιστρώματα: Elite Soft Relining (**p-τιμή<0.001**), Tokuyama Sofreliner S (**p-τιμή<0.001**), GC Reline Soft (**p-τιμή<0.001**) και Ufigel Sc (**p-τιμή=0.002**).
- Επίσης, ο μέσος αριθμός στο επίστρωμα Elite Soft Relining ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερος από τον αντίστοιχο μέσο αριθμό στο επίστρωμα GC Reline Soft (**p-τιμή=0.005**).
- Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των ζυμομυκήτων *C. albicans* που προσκολλήθηκαν και αποίκισαν τις επιφάνειες των 5 σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων.

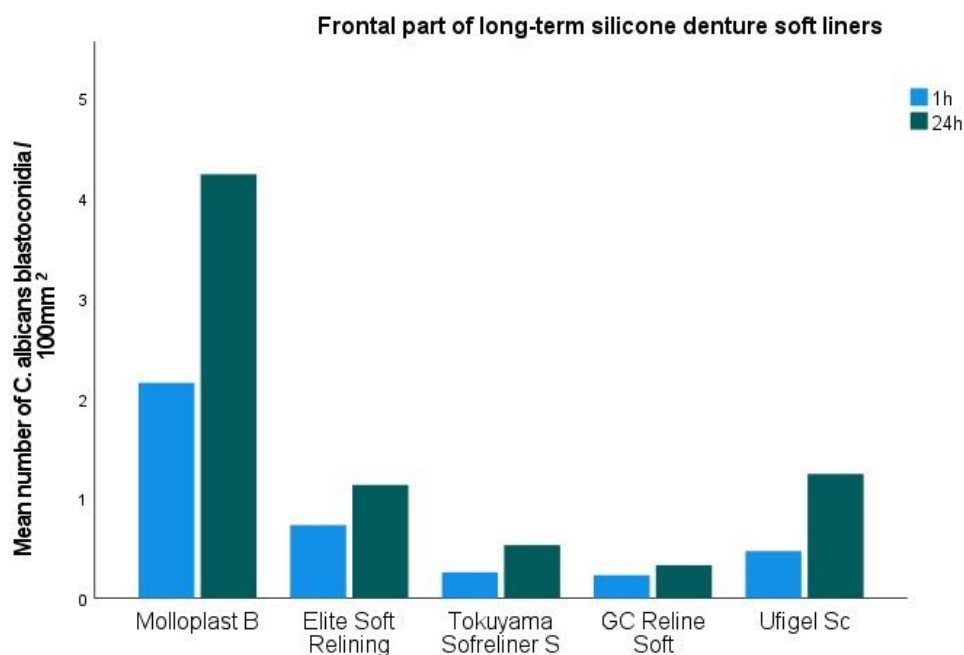
Όσον αφορά τον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ της **πρόσθιας** και της **πλαϊνής** επιφάνειας στις 3 εβδομάδες εντός των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο επιφανειών στο εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα Molloplast B και στα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα Elite Soft Relining και Tokuyama Sofreliner S (**Πίνακας 9, Γράφημα 4**). Πιο συγκεκριμένα, στο επίστρωμα Molloplast B ο μέσος αριθμός στην πρόσθια επιφάνεια ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με την πλαϊνή επιφάνεια (**p-τιμή=0.024**), όπως και στο επίστρωμα Elite Soft Relining (**p-τιμή=0.007**), ενώ στο επίστρωμα Tokuyama

Sofreliner S ο μέσος αριθμός στην πρόσθια επιφάνεια ήταν σημαντικά μικρότερος σε σχέση με την πλαϊνή επιφάνεια (**p-τιμή=0.010**). Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στον μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* μεταξύ της πρόσθιας και της πλαϊνής επιφάνειας στα επιστρώματα GC Reline Soft και Ufigel Sc.

**Πίνακας 6.** Μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* με την τυπική απόκλιση στην πρόσθια επιφάνεια των μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων στο τεχνητό σάλιο.

|                              | <b>M.T.</b><br><b>(T.A.)</b> | <b>M.T.</b><br><b>(T.A.)</b> | <b>p-τιμή<sup>β</sup></b> |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                              | <b>1<sup>η</sup> ώρα</b>     | <b>24 ώρες</b>               |                           |
| <b>Molloplast B</b>          | 2.15 (1.03)                  | 4.23 (1.46)                  | <0.001*                   |
| <b>Elite Soft Relining</b>   | 0.73 (0.65)                  | 1.13 (1.45)                  | 0.032*                    |
| <b>Tokuyama Sofreliner S</b> | 0.26 (0.21)                  | 0.53 (0.89)                  | 0.001*                    |
| <b>Gc Reline Soft</b>        | 0.23 (0.46)                  | 0.33 (0.59)                  | 0.220                     |
| <b>Ufigel Sc</b>             | 0.41 (0.54)                  | 1.24 (1.08)                  | 0.001*                    |
| <b>p-τιμή<sup>α</sup></b>    | <0.001*                      | <0.001*                      |                           |

M.T.: μέση τιμή, T.A.: τυπική απόκλιση  
<sup>α</sup> Ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA)  
<sup>β</sup> Δοκιμασία t για εξαρτημένα δείγματα  
 \*Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε επίπεδο 5%



**Γράφημα 1.** Μέσος αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. albicans*/100mm<sup>2</sup> στην πρόσθια επιφάνεια των δειγμάτων, μετά την εμβάπτιση τους σε τεχνητό σάλιο για 1 ώρα και 24 ώρες.

**Πίνακας 7.** Μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* με την τυπική απόκλιση στην πλαϊνή επιφάνεια των μακράς διάρκειας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων στο τεχνητό σάλιο.

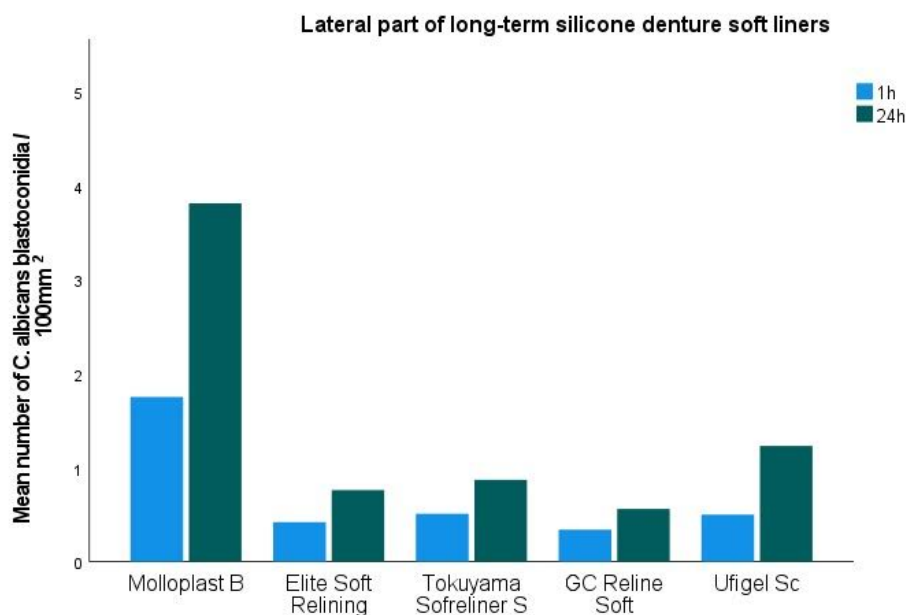
|                     |                              | M.T.<br>(T.A.)     | M.T.<br>(T.A.) | p-τιμή <sup>β</sup> |
|---------------------|------------------------------|--------------------|----------------|---------------------|
|                     |                              | 1 <sup>η</sup> ώρα | 24 ώρες        |                     |
|                     |                              |                    |                |                     |
| Πλαϊνή<br>επιφάνεια | <b>Molloplast B</b>          | 1.75 (1.22)        | 3.81 (1.61)    | <0.001*             |
|                     | <b>Elite Soft Relining</b>   | 0.42 (0.46)        | 0.76 (1.02)    | 0.013*              |
|                     | <b>Tokuyama Sofreliner S</b> | 0.51 (0.63)        | 0.87 (1.05)    | 0.012*              |
|                     | <b>Gc Reline Soft</b>        | 0.34 (0.38)        | 0.56 (0.70)    | 0.021*              |
|                     | <b>Ufigel Sc</b>             | 0.50 (0.53)        | 1.23 (1.02)    | <0.001*             |
|                     | <b>p-value<sup>α</sup></b>   | 0.001*             | <0.001*        |                     |

M.T.: μέση τιμή, T.A.: τυπική απόκλιση

<sup>α</sup> Ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA)

<sup>β</sup> Δοκιμασία t για εξαρτημένα δείγματα

\*Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε επίπεδο 5%



**Γράφημα 2.** Μέσος αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. albicans*/100mm<sup>2</sup> στην πλαϊνή επιφάνεια των μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων με τη χρήση τεχνητού σάλιου.

**Πίνακας 8.** Μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* με την τυπική απόκλιση στην πρόσθια & πλαϊνή επιφάνεια των μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων στο φυσικό σάλιο στις 24 ώρες.

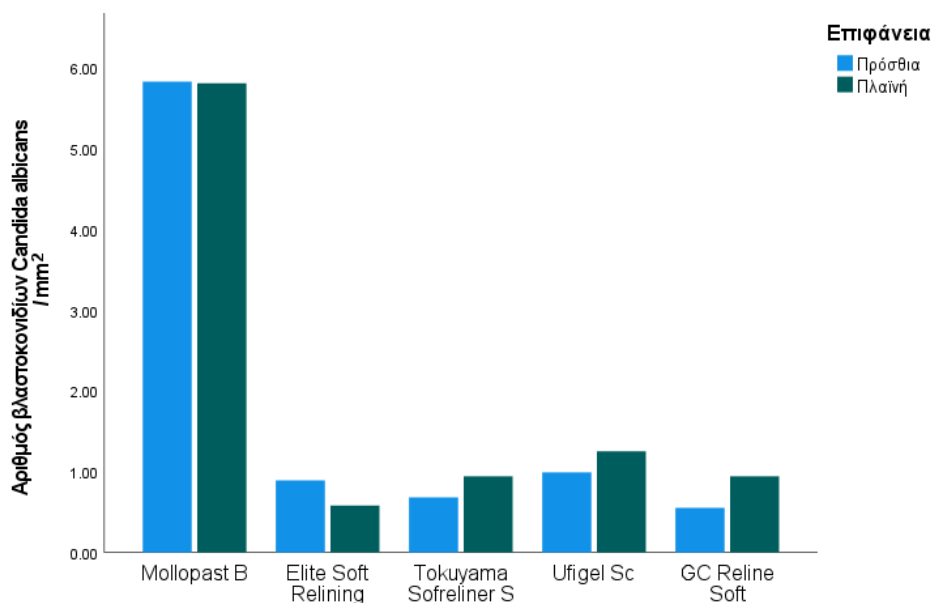
|                              | M.T.<br>(T.A.) | M.T.<br>(T.A.) | p-τιμή <sup>β</sup> |
|------------------------------|----------------|----------------|---------------------|
|                              | Πρόσθια        | Πλαϊνή         |                     |
| <b>Molloplast B</b>          | 5.82 (0.65)    | 5.80 (0.56)    | 0.918               |
| <b>Elite Soft Relining</b>   | 0.89 (0.25)    | 0.58 (0.18)    | 0.008*              |
| <b>Tokuyama Sofreliner S</b> | 0.68 (0.48)    | 0.94 (0.21)    | 0.198               |
| <b>Gc Reline Soft</b>        | 0.55 (0.18)    | 0.94 (0.25)    | 0.006*              |
| <b>Ufigel Sc</b>             | 0.99 (0.35)    | 1.25 (0.57)    | 0.195               |
| <b>p-τιμή<sup>α</sup></b>    | <0.001*        | <0.001*        |                     |

M.T.: μέση τιμή, T.A.: τυπική απόκλιση

<sup>α</sup> Ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA)

<sup>β</sup> Δοκιμασία t για εξαρτημένα δείγματα

\*Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε επίπεδο 5%

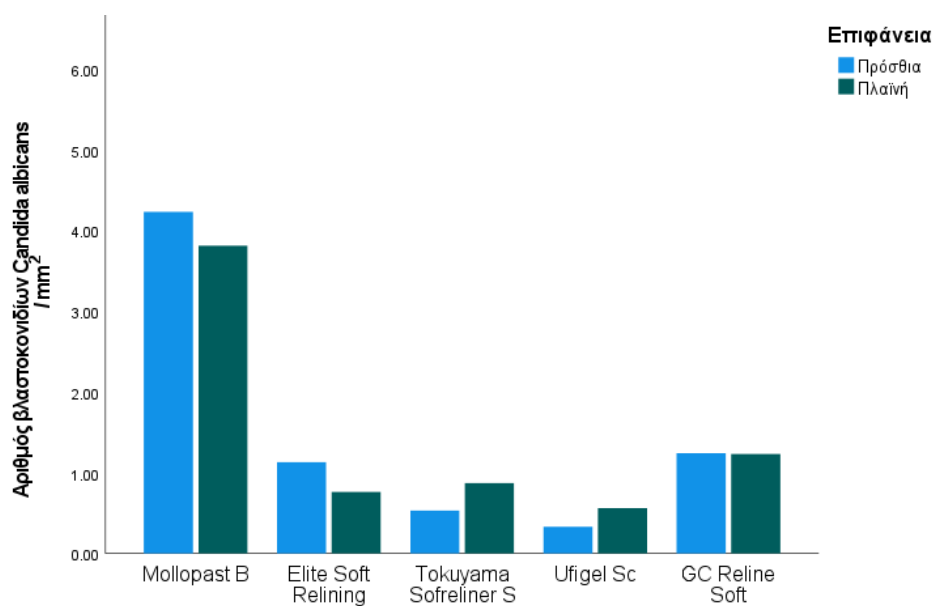


**Γράφημα 3.** Μέσος αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. albicans*/100mm<sup>2</sup> στην πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια των μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων με τη χρήση φυσικού σάλιου στις 24 ώρες.

**Πίνακας 9.** Μέσος αριθμός βλαστοκονιδίων *C. albicans* με την τυπική απόκλιση στην πρόσθια & πλαϊνή επιφάνεια των μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων στο φυσικό σάλιο στις 3 εβδομάδες.

|                              | M.T.<br>(T.A.)<br>Πρόσθια | M.T.<br>(T.A.)<br>Πλαϊνή | p-τιμή <sup>β</sup> |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| <b>Molloplast B</b>          | 4.23 (0.61)               | 3.81 (0.46)              | 0.024*              |
| <b>Elite Soft Relining</b>   | 1.13 (0.44)               | 0.76 (0.32)              | 0.007*              |
| <b>Tokuyama Sofreliner S</b> | 0.53 (0.17)               | 0.87 (0.25)              | 0.010*              |
| <b>Gc Reline Soft</b>        | 0.33 (0.59)               | 0.56 (0.70)              | 0.550               |
| <b>Ufigel Sc</b>             | 1.24 (0.58)               | 1.23 (0.52)              | 0.934               |
| <b>p-τιμή<sup>α</sup></b>    | <0.001*                   | <0.001*                  |                     |

M.T.: μέση τιμή, T.A.: τυπική απόκλιση  
<sup>α</sup> Ανάλυση διακύμανσης (One-way ANOVA)  
<sup>β</sup> Δοκιμασία t για εξαρτημένα δείγματα  
 \*Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε επίπεδο 5%



**Γράφημα 4.** Μέσος αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. albicans*/100mm<sup>2</sup> στην πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια των μακράς διαρκείας σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων με τη χρήση φυσικού σάλιου στις 3 εβδομάδες

## Συζήτηση

Η τοποθέτηση των κινητών προσθετικών εργασιών σε ολικά νωδούς ασθενείς συνοδεύεται από μια περίοδο προσαρμογής στη νέα πραγματικότητα, όπου διενεργείται η απόδοση της συγκλεισιακής αρμονίας και η σταδιακή εξομάλυνση/ανακούφιση των περιοχών υπερπίεσης ή υπερέκτασης των βάσεων των ολικών οδοντοστοιχιών. Παρόλα αυτά, ανατομικές ιδιαιτερότητες των υπολειμματικών φατνιακών αποφύσεων εμποδίζουν την απρόσκοπτη λειτουργία σωστά κατασκευασμένων ολικών οδοντοστοιχιών.

Στο σημείο αυτό βρίσκουν απόλυτη εφαρμογή τα μαλακά επιστρώματα των οδοντοστοιχιών, που εφαρμόζονται στην εσωτερική επιφάνεια της οδοντοστοιχίας και παρεμβάλλονται ως «μαξιλάρι» μεταξύ της ακρυλικής βάσης και του υποκείμενου βλεννογόνου.<sup>262</sup> Το πλεονέκτημά τους έναντι της συμβατικής σκληρής βάσης των οδοντοστοιχιών, έγκειται στην ελαστικότητα που εμφανίζουν και στην επακόλουθη ικανότητα να απορροφούν και να κατανέμουν ομοιόμορφα τις εφαρμοζόμενες μασητικές φορτίσεις, με την μικρότερη δυνατή μετατόπιση του στοματικού βλεννογόνου.<sup>113,263,264</sup> Επιπλέον τα υλικά αυτά συνεισφέρουν στη λειτουργική αποτύπωση των στηρικτικών δομών μιας ολικής οδοντοστοιχίας και στη μεταφορά αντιβακτηριδιακών σκευασμάτων.<sup>101,265</sup>

Στην οικογένεια των μαλακών επιστρωμάτων ανήκουν και τα μακράς διάρκειας σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα, τα οποία, όπως πολύ καλά υποστηρίζεται βιβλιογραφικά, αναβαθμίζουν τη συγκράτηση και την σταθερότητα των οδοντοστοιχιών και βελτιώνουν τη λειτουργία, την άνεση και την ικανοποίηση του ασθενούς.<sup>23,40,51,58,92,93,102,180,239</sup> Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη έδειξε ότι η προτίμηση των ασθενών είναι σαφώς μεγαλύτερη στις Ο.Ο. με μαλακά επιστρώματα μακράς διάρκειας, σε σχέση με τις συμβατικές τους Ο.Ο.<sup>100</sup> Στην μελέτη που ακολούθησε από την ίδια συγγραφική ομάδα, αποδείχτηκε ότι η εφαρμογή σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μακράς διάρκειας σε ασθενείς με Ο.Ο. της κάτω γνάθου βελτίωσε σημαντικά την μασητική τους απόδοση. Αξιοπρόσεκτο εύρημα ήταν πως η βελτίωση αυτή δεν παρατηρήθηκε άμεσα στο πρώτο ραντεβού εφαρμογής του μαλακού επιστρώματος αλλά αποτέλεσε μια σταδιακή διαδικασία με προοδευτική προσαρμογή των ασθενών στη νέα κλινική πραγματικότητα.<sup>266</sup> Ενώ στην τρίτη τυχαιοποιημένη μελέτη προσδιορίστηκαν οι τομείς τους οποίους αφορούσε η προτίμηση αυτή των ασθενών: σταδιακή μείωση του

πόνου, ενίσχυση της λειτουργίας μάσησης και φώνησης, καλύτερη κατανομή των συγκλειακών δυνάμεων κατά την διάρκεια λειτουργικών και παραλειτουργικών κινήσεων της κάτω γνάθου, βελτίωση της συγκράτησης και σταθερότητας των οδοντοστοιχιών, βελτίωση της αισθητικής και απλοποίηση της καθαριότητας των κινητών προσθέσεων.<sup>266</sup>

Παρά τα σημαντικά οφέλη της τοποθέτησης των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μακράς διάρκειας, η συγκέντρωση της μικροβιακής πλάκας στις επιφάνειές τους και στο σημείο σύνδεσής τους με τη βάση των οδοντοστοιχιών, δύναται να προκαλέσει μια σειρά ανεπιθύμητων συμβαμάτων όπως αλλοίωση της αισθητικής των κινητών προσθετικών εργασιών, κακοσμία και σοβαρές νοσολογικές οντότητες, που υποκατηγοριοποιούνται σε τοπικές (στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες) και γενικές. Οι νοσολογικές εκδηλώσεις αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για την γενική υγεία των ασθενών, κυρίως των ηλικιωμένων.<sup>267</sup>

Οι πρώτες μελέτες της αποίκησης των υλικών αυτών από μικροοργανισμούς παρουσιάστηκαν τη δεκαετία του 1970. Σύμφωνα με τους Makila και συν. ο εν θερμό πολυμερισμός του σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος (Moloplast B, Detax) έδειξε πλήρη αναστολή στην ανάπτυξη του *C. albicans*.<sup>152</sup> Η αιτιολογική θεώρηση του φαινομένου αποδόθηκε στο γεγονός ότι ο ενεργοποιητής πολυμερισμού (γ-methacryloxypropyltrimethoxysilane) απενεργοποιείται μετά την διασταύρωση του πολυμερούς.<sup>147,152</sup> Αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα στη μελέτη του Douglas, όπου δεν παρατηρήθηκε αναστολή του αποικισμού των υλικών από τον ζυμομύκητα *C. albicans*, ενώ στη μελέτη του Davenport σημειώθηκε μεγαλύτερος αποικισμός του μαλακού επιστρώματος των οδοντοστοιχιών της άνω γνάθου.<sup>200,268</sup> Οι Neu και συν. σε μελέτη του μηχανισμού αποίκησης και καταστροφής σιλικονούχων επιστρωμάτων από το ζυμομύκητα *C. albicans* με την χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (SEM), αναφέρουν ότι η μηχανική καταστροφή προέρχεται από την πίεση που ασκούν τα βλαστοσπόρια (turgor pressure) και την διείσδυση των ψευδοϋφών στο εσωτερικό του υλικού. Παράλληλα, οι ψευδοϋφές προκαλούν και χημική καταστροφή του υλικού από την έκκριση εξωκυττάρων ενζύμων, όπως τα εξωένζυμα τα οποία συμμετέχουν σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και υδρόλυση.<sup>269</sup> Σε ταυτόχρονη *in vitro* και *in vivo* μελέτη των Okita και συν. παρατηρήθηκε ότι τα επίπεδα αποικισμού του ζυμομύκητα *C. albicans* στην επιφάνεια του ακρυλικού της οδοντοστοιχίας ήταν μικρότερα, σε σχέση με τον αποικισμό του ίδιου μικροοργανισμού σε μακράς

διαρκείας εν θερμώ μαλακό επίστρωμα (Molloplast B) και σε προσωρινά μαλακά επιστρώματα.<sup>154</sup>

Η βελτίωση της συγκόλλησης, ο περιορισμός της αύξησης της επιφανειακής αδρότητας και του μέτρου ελαστικότητας των μαλακών υλικών αναπροσαρμογής της βάσης μιας οδοντοστοιχίας αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για τον περιορισμό εισβολής και εγκαθίδρυσης μικροβίων του στόματος στα υλικά αυτά.<sup>129,136</sup> Ανασκοπώντας την σχετική βιβλιογραφία παρατηρείται σημαντικά μεγαλύτερη προσκόλληση του ζυμομύκητα *C. albicans* στα ακρυλικά επιστρώματα οδοντοστοιχιών σε σχέση με τα αυτά που έχουν ως βάση την σιλικόνη.<sup>101,145,158,207,270</sup> Από την άλλη μεριά μελέτες αναφέρουν ότι το είδος του πολυμερισμού δεν παίζει ρόλο στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών του στόματος. Πιο συγκεκριμένα, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στον αποικισμό των ζυμομυκήτων *C. albicans*, *Streptococcus aureus* και *Pseudomonas aeruginosa* μεταξύ ενός εν θερμώ πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος μακράς διαρκείας (Molloplast B) και ενός αυτο πολυμεριζόμενου μαλακού επιστρώματος μακράς διαρκείας με βάση την σιλικόνη (Ufigel P).<sup>209</sup> Παρεμφερής μελέτη που χρησιμοποίησε τα ίδια υλικά έδωσε τα ίδια αποτελέσματα.<sup>101</sup>

Οι Bulad και συν. συμπεριέλαβαν στη μελέτη τους 5 σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα για χρήση στο οδοντιατρείο (4 εργαστηριακά πολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα και 1 αυτο-πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα) και ένα μακράς διαρκείας ακρυλικό επίστρωμα. Παρατήρησαν ότι όλα τα δοκίμια, που εμβαπτίστηκαν σε τεχνητό σάλιο για 24 ώρες, δέχθηκαν διείσδυση από μικροοργανισμούς *C. albicans* και τελικά οι επιφάνειες των προσθετικών επιστρωμάτων αποικίστηκαν από τα βλαστοκονίδια του ζυμομύκητα. Η διείσδυση των μικροοργανισμών στην πορώδη επιφάνεια των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων πραγματοποιήθηκε με την μέτρηση του αριθμού των βλαστοκονιδίων, που ήταν ορατά σε 20 τυχαία πεδία μελέτης με την χρήση μικροσκοπίου φθορισμού και μετρώντας κατά προσέγγιση την ποσότητα των ψευδουφών στα τυχαία αυτά πεδία.<sup>101</sup> Η μελέτη αυτή αποτέλεσε έναυσμα για την κατάρτιση της μεθοδολογίας της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής, στην οποία προστέθηκε σαν παράμετρος μελέτης ο προσδιορισμός του αριθμού των βλαστοκονιδίων στην πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων. Η συγκεκριμένη παράμετρος προστέθηκε προκειμένου να αξιολογηθεί η δύναμη του δεσμού (bond strength) στην μεσόφαση ακρυλικού

υποστρώματος και μαλακού επιστρώματος. Όσο πιο αδύναμος είναι ο δεσμός στην διασύνδεση των δύο υλικών, τόσο μεγαλύτερη είναι η προσκόλληση και ο αποικισμός του ζυμομύκητα *C. albicans*. Η κατακρήμνιση (deterioration) του χημικού δεσμού μεταξύ των δύο υλικών θα οδηγήσει στην μελλοντική αποκόλληση τους και στην σταδιακή υποβάθμιση του ρόλου των μαλακών επιστρωμάτων.

Η ενίσχυση του δεσμού της διεπιφάνειας του ακρυλικού υποστρώματος και του μαλακού επιστρώματος μπορεί να επιτευχθεί με την χημική επεξεργασία της βάσης των οδοντοστοιχιών επιλέγοντας ακετόνη, μεθακρυλικό ισοβουτύλιο και αδροποίηση της επιφάνειας με ορθοφωσφορικό οξύ.<sup>136</sup> Παράλληλα, η μικρομηχανική αποτριβή της ακρυλικής βάσης με κόκκους αλουμίνας, ενισχυμένους με πυρίτιο (tribo-chemical silica coating) αποτελεί μια εναλλακτική προσέγγιση στην ενίσχυση του δεσμού μεταξύ των 2 υλικών.<sup>271</sup> Τέλος στην βιβλιογραφία έχει προταθεί η χρήση Nd: YAG και Er: YAG laser, καθώς και η εφαρμογή ενεργοποιητή (primer) ή μονομερούς (monomer), στα ακρυλικά υποστρώματα.<sup>136,271</sup> Αυτό που γνωρίζουμε δεκαετίες τώρα είναι ότι ο δεσμός συγκόλλησης των μαλακών επιστρωμάτων σε αδρή επιφάνεια PMMA, είναι τουλάχιστον διπλάσιος σε σχέση με την συγκόλληση των προσθετικών αυτών υλικών σε λεία ακρυλική επιφάνεια οδοντοστοιχίας λόγω της μικρομηχανικής συγκόλλησης (mechanical interlock).<sup>272</sup> Όσον αφορά την επίδραση της αμμοβολής της ακρυλικής βάσης με κόκκους αλουμίνας διαφορετικών μεγεθών (airborne particle abrasion) στην ενίσχυση του δεσμού συγκόλλησης με τα μαλακά επιστρώματα είναι συγκεχυμένη χωρίς να ξεκαθαρίζεται η αποτελεσματικότητά της.<sup>273-276</sup> Η ετερογένεια των αποτελεσμάτων οφείλεται στα διαφορετικά εμπορικά διαθέσιμα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και αφορούσαν στις ακρυλικές βάσεις οδοντοστοιχιών και τα μαλακά επιστρώματα, το μέγεθος των κόκκων  $Al_2O_3$ , όπως και την διαφορετική πίεση που ασκήθηκε κατά την διάρκεια της αμμοβολής των ακρυλικών υποστρωμάτων.<sup>276,277</sup> Κλινικά αποδεκτός θεωρείται ο δεσμός που ξεπερνάει τα 0,44 Mpa και το πάχος του μαλακού επιστρώματος να είναι 2-3 χιλιοστά.<sup>271</sup>

Σε μεταγενέστερη *in vitro* μελέτη των Krishnamurthy και Hallikerimath διερευνήθηκε η προσκόλληση, ο αποικισμός και η διείσδυση του ζυμομύκητα *C. albicans* σε 4 σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (2 εν θερμώ πολυμεριζόμενα και 2 αυτο-πολυμεριζόμενα), ενώ η εμβάπτιση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε τεχνητό σάλιο για 24 ώρες. Η επιμόλυνση των υλικών έγινε σε σύντομο χρονικό διάστημα και παρατηρήθηκαν βλαστοσπόρια/ βλαστοκονίδια του ζυμομύκητα.<sup>278</sup> Τα

αποτελέσματά της, που είναι σε συμφωνία με προγενέστερες παρόμοιες μελέτες, καταδεικνύουν την ύπαρξη ψευδοϋφών και υφών ως απόρροια του αποικισμού της επιφάνειας των μαλακών επιστρωμάτων από τον ζυμομύκητα *C. albicans*.<sup>101,145</sup>

Η μεθοδολογία της μελέτης αυτής αποτέλεσε επίσης έναυσμα για την παρούσα πειραματική μελέτη και είναι ο λόγος που τα ευρήματα της παρουσιάζονται. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα του πρώτου μέρους της παρούσας εργαστηριακής μελέτης επιβεβαίωσαν ότι ήταν γνωστό βιβλιογραφικά μέχρι τώρα: την πρώιμη προσκόλληση και αποικισμό όλων των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων από τον ζυμομύκητα *C. albicans*, καθώς και την σταδιακή αύξηση του αριθμού των βλαστοκονιδίων μετά την εμφάνισή τους σε τεχνητό σάλιο. Οι μετρήσεις τυχαίων πεδίων στις επιφάνειες των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων 1 ώρα και 24 ώρες μετά την εμφάνιση των δειγμάτων στο τεχνητό σάλιο πραγματοποιήθηκαν με την χρήση μικροσκοπίου φθορισμού. Ο τρόπος οπτικής παρατήρησης ήταν όμοιος με τις μελέτες των Bulad και συν. 2004 και Krishnamurthy και Hallikerimath, 2016.<sup>101,278</sup>

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη μελέτη και έδειξαν μεγαλύτερη αντίσταση στην προσκόλληση και τον αποικισμό βλαστοκονιδίων *C. albicans* ήταν τα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα. Το εν θερμώ πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα, που ενσωματώθηκε στο ερευνητικό πρωτόκολλο (Molloplast B), εμφάνισε υποδεέστερη αντιμικροβιακή συμπεριφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα τόσο στη 1 ώρα όσο και στις 24 ώρες. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε πλήρη συμφωνία με εκείνα των Krishnamurthy και Hallikerimath και την μελέτη των Bulad και συν. παρόλο που χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά εμπορικά σκευάσματα.<sup>101,278</sup>

Το δεύτερο μέρος της *in vitro* μελέτης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας δοκίμια κατασκευασμένα με την ίδια μεθοδολογία, όπου εμφάνιστηκαν σε εναιώρημα φυσικού σάλιου (cell suspension) για 24 ώρες και 21 ημέρες. Όλα τα δείγματα προσβλήθηκαν από τον ζυμομύκητα *C. albicans* σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ο αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. albicans* παρουσίαζε σταδιακή αύξηση με το πέρασμα των ημερών στην πρόσθια αλλά και πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων. Σε ό,τι αφορά την αντιμικροβιακή συμπεριφορά των υλικών, το εργαστηριακά πολυμεριζόμενο μαλακό επίστρωμα για χρήση στο οδοντιατρείο (Molloplast B) εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές βλαστοκονιδίων του ζυμομύκητα *C. albicans*, σε σχέση με τα 4 αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα. Η

μεθοδολογία της συγκεκριμένης μελέτης ήταν παρεμφερής με την μελέτη των Mutluay και συν.<sup>221</sup> με την διαφορά ότι η προγενέστερη μελέτη αφορούσε διαφορετικά εμπορικά διαθέσιμα υλικά (1 εν θερμώ πολυμεριζόμενο και 3 αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα) και η εμφάνισή τους σε εναιώρημα φυσικού σιέλου αφορούσε χρονική περίοδο 2 ημερών. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έρχονται σε αντίθεση με αυτά των 2 μελετών των Mutluay και συν., όπου ανεξάρτητα από τον τύπο του επιστρώματος, όλες οι επιφάνειες καλύπτονταν με μικροβιακή πλάκα.<sup>221,279</sup> Η μελέτη των Mutluay και συν. 2010 αφορούσε αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα τοποθετημένα σε εργαστηριακό και κλινικό περιβάλλον.<sup>279</sup> Αντίθετα, η προγενέστερη μελέτη των Mutluay και συν. το 2008, ήταν αμιγώς κλινική.<sup>221</sup> Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν εκτεταμένο αποικισμό από τον ζυμομύκητα *C. albicans*, σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η κλινική συμπεριφορά των υλικών κρίθηκε επιτυχής, χωρίς να δημιουργηθούν κλινικές εκδηλώσεις στοματίτιδας από οδοντοστοιχίες. Η επανεξέταση των ασθενών διενεργήθηκε στους 3, 6 και 12 μήνες. Η πρόωμη και πιο εκτεταμένη προσβολή των αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων πιθανώς σχετίζεται με την πλημμελή στοματική υγιεινή από συγκεκριμένους ασθενείς.

Στην παρούσα *in vitro* μελέτη, η στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα βλαστοκονιδίων, που μετρήθηκε στην πλαϊνή επιφάνεια των δειγμάτων που κατασκευάστηκαν από εργαστηριακά κατασκευασμένο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα (Molloplast B) και CAD/CAM PMMA για βάσεις οδοντοστοιχιών, σε σχέση με αυτή των αντίστοιχων δειγμάτων από αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα οδηγεί σε μια ακόμα πιθανή εξήγηση. Η δύναμη του δεσμού που αναπτύσσεται μεταξύ των προπολυμερισμένων δίσκων κοπής PMMA για βάση οδοντοστοιχιών και των αυτο-πολυμεριζόμενων σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων μπορεί να είναι ισχυρότερος σε σχέση με τον δεσμό που αναπτύσσεται στα αντίστοιχα υλικά και τις συμβατικές βάσεις οδοντοστοιχιών.<sup>134,135</sup> Παρόλο που τα υλικά αυτά έχουν την ίδια χημική σύνθεση, αυτό που φαίνεται να κάνει την διαφορά και βελτιώνει σημαντικά τις επιφανειακές ιδιότητες των CAD/CAM υλικών είναι η διαδικασία κατασκευής τους.<sup>134</sup> Η βελτίωση της συγκόλλησης στην διεπιφάνεια των δύο υλικών μπορεί να αποτελέσει το κλειδί στο περιορισμό του αποικισμού στην συγκεκριμένη περιοχή των κινητών προσθετικών εργασιών από

μικροοργανισμούς της στοματικής χλωρίδας, παρατείνοντας την μακροβιότητα των συγκεκριμένων προσθετικών υλικών στην εσωτερική επιφάνεια των οδοντοστοιχιών.<sup>129,136</sup> Μένει βέβαια να υποστηριχθεί από νέες και καλύτερα σχεδιασμένες μελέτες, διότι η βιβλιογραφία εξάγει και αντιφατικά αποτελέσματα, όπως αυτή των Choi και συν. που οι τιμές του δεσμού συγκόλλησης των CAD/CAM ακρυλικών βάσεων για οδοντοστοιχίες με 2 αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα και 1 θερμο-πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος ήταν χαμηλότερες, σε σχέση με την βαθμό συγκόλλησης (adhesion strength) των ίδιων προσθετικών επιστρωμάτων με συμβατική ακρυλική βάση οδοντοστοιχιών.<sup>125</sup> Σε μια αντίστοιχα σχεδιασμένη μελέτη των Azpiazu-Flores και συν. το εν θερμό πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα (Molloplast B) που χρησιμοποιήθηκε κατέδειξε υψηλές και παρεμφερείς τιμές στον βαθμό συγκόλλησης με τις βάσεις οδοντοστοιχιών, που προήλθαν με αφαιρετική διαδικασία (subtractive) από προπολυμερισμένους μονολιθικούς δίσκους PMMA, με προσθετική διαδικασία (3D printing) και με την συμβατική οδό. Οι αντίστοιχες τιμές της δύναμης του δεσμού μεταξύ των αυτο-πολυμεριζόμενων μαλακών επιστρωμάτων και των CAD/CAM βάσεων οδοντοστοιχιών ήταν σημαντικά χαμηλότερες.<sup>280</sup>

Η επιλογή ενός πρωτοκόλλου προσθετικής αποκατάστασης ολικά νωδών ασθενών, που περιλαμβάνει την άμεση αποτύπωση των φατνιακών ακρολοφιών με την χρήση ενδοστοματικού σαρωτή (Intraoral Scanner) ή την ψηφιοποίηση αναλογικών αποτυπωμάτων με την χρήση επιτραπέζιου σαρωτή (Lab Scanner) και την κατασκευή της βάσης της οδοντοστοιχίας με μονολιθικούς δίσκους κοπής PMMA βελτιώνει: την συγκράτηση (retention), την σταθερότητα (stability) και την ενδοστοματική εφαρμογή της (denture base adaptation), συγκριτικά με την συμβατική διαδικασία κατασκευής Ο.Ο. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται σημαντικά η ικανοποίηση των ασθενών (patient satisfaction).<sup>12</sup> Ακολουθώντας το ψηφιακό πρωτόκολλο περιορίζεται αισθητά ο κλινικός και εργαστηριακός χρόνος για την κατασκευή μιας νέας οδοντοστοιχίας, απογειώνοντας την εργονομία του οδοντιατρείου και του οδοντοτεχνικού εργαστηρίου.<sup>281-83</sup>

Οι CAD/CAM μονολιθικοί δίσκοι κοπής για οδοντοστοιχίες διαθέτουν εξαιρετικές φυσικοχημικές και μηχανικές ιδιότητες. Η επιφανειακή στιλπνότητα των σύγχρονων επανορθωτικών υλικών είναι αρκετά υψηλή, παράγοντας που ευνοεί την μακροβιότητα της κλινικής επιτυχίας του υλικού και την καλύτερη αποδοχή της

αποκατάστασης από τον ασθενή.<sup>284</sup> Η μείωση της μικροπορότητας της εξωτερικής επιφάνειας των πολυμερών δίσκων για κινητές προσθετικές εργασίες, έχει θετικό αντίκτυπο στον περιορισμό προσκόλλησης και αποικισμού των μικροοργανισμών του στόματος.<sup>285</sup> Οι ομαλότερες επιφάνειες των σύγχρονων υλικών για βάσεις οδοντοστοιχιών αναχαιτίζουν την προσκόλληση του ζυμομύκητα *C. albicans*.<sup>286,287</sup>

Οι αναβαθμισμένες ιδιότητες των σύγχρονων πολυμερών υλικών για την κατασκευή βάσεων οδοντοστοιχιών σε σχέση με την εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη και τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα που προσφέρει η ψηφιακή τεχνολογία στην οδοντιατρική, αποτέλεσαν τους κύριους λόγους ενδελεχούς μελέτης της σύνδεσής τους με τα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα και της μεσόφασης των δύο υλικών ως πεδίο προσκόλλησης και αποικισμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans*.

Με τα μέχρι τώρα βιβλιογραφικά δεδομένα, δεν υπάρχει δημοσιευμένη μελέτη που να εξετάζει την προσκόλληση και τον αποικισμό του ζυμομύκητα *C. albicans* σε δείγματα που κατασκευάστηκαν από σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα και CAD/CAM βάσεις οδοντοστοιχιών. Οι διαθέσιμες μελέτες αφορούν στην προσκόλληση και τον αποικισμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* σε προπλάσματα σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων και συμβατικές ακρυλικές βάσεις οδοντοστοιχιών.

## Περιορισμοί της μελέτης

Ο κυριότερος περιορισμός της συγκεκριμένης μελέτης αφορούσε στο εργαστηριακό περιβάλλον στο οποίο διενεργήθηκε η πειραματική διαδικασία της προσκόλλησης και του αποικισμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans*, που όσο κι αν προσομοιάζει, απέχει σημαντικά από την κλινική πραγματικότητα.

Επιπρόσθετα, η εμφύτευση των δοκιμίων πραγματοποιήθηκε αρχικά σε τεχνητό σάλιο με την έγχυση μεμονωμένων στελεχών *C. albicans* χωρίς την παρουσία άλλων μικροοργανισμών της στοματικής χλωρίδας με όλους τους περιορισμούς που μπορεί να δημιουργεί η χρήση του συγκεκριμένου εναιωρήματος. Οι χρόνοι επώασης ήταν αυθαίρετοι αλλά βασίστηκαν σε προγενέστερες μελέτες.

Η χρήση φυσικού σάλιου στο δεύτερο μέρος της πειραματικής διαδικασίας εξομοιώνει σε μεγάλο ποσοστό της πραγματικές συνθήκες στόματος, αν και ο τρόπος μέτρησης των βλαστοκονιδίων *C. albicans* ανά τυχαίες περιοχές ελλοχεύει το κίνδυνο ανακρίβειας κατά τις μετρήσεις.

## Προστάσεις για μελλοντική έρευνα

Ανασκοπώντας την βιβλιογραφία, δεν υπάρχει καμία αντιμικροβιακή αγωγή ή κάποιο πιστοποιημένο πρωτόκολλο θεραπευτικής προσέγγισης και αντιμετώπισης της βακτηριακής προσκόλλησης του ζυμομύκητα *C. albicans* στα μαλακά επιστρώματα οδοντοστοιχιών. Ο αποικισμός τους από μικροοργανισμούς του στόματος οδηγεί σε σταδιακή κλινική γήρανση, υποβάθμιση των φυσικοχημικών και μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών και φλεγμονώδεις παθογόνες καταστάσεις στο ενδοστοματικό βλεννογόνο, που είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες. Ένα από τα κυριότερα μειονεκτήματα των σιλικονούχων μαλακών επιστρωμάτων συνεχίζει να παραμένει η απουσία αντιμικροβιακής δράσης.

Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίο να υπάρξουν νέες ερευνητικές προσπάθειες σε κλινικό αλλά και εργαστηριακό επίπεδο για την ανάπτυξη ενός νέου υλικού αναπροσαρμογής βάσης οδοντοστοιχιών με αντιμικροβιακές ιδιότητες.

Ιδιαίτερη σημασία θα αποκτούσε η μελλοντική διερεύνηση της αλληλεπίδρασης διαφορετικών στελεχών του είδους *Candida* με τα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να εισηγηθεί από την επιστημονική κοινότητα ένα ευρέως αποδεκτό και αποτελεσματικό πρωτόκολλο αναστολής δράσης των μικροβίων της στοματικής κοιλότητας για τα υλικά αυτά.

## Συμπεράσματα

- Το εν θερμώ πολυμεριζόμενο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα MB εμφάνισε στατιστικά σημαντικά πιο πρόωμη και μεγαλύτερη αύξηση στην προσκόλληση των ζυμομυκήτων *C. albicans*, σε σχέση με τα υπόλοιπα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα.
- Παρατηρήθηκε, αύξηση του ρυθμού αποικισμού των βλαστοκονιδίων *C. albicans* από 1 έως 24 ώρες εμβάπτισης σε τεχνητό σάλιο σε όλα τα υλικά.
- Όσον αφορά τα αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα, το USC σημείωσε την μεγαλύτερη αύξηση τις πρώτες 24 ώρες και στατιστικά σημαντική αλλαγή σε σχέση με τα TSS και GCRS στις 3 εβδομάδες εμβάπτισης σε φυσικό σάλιο.
- Καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο αριθμό των βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια και πλαϊνή επιφάνεια μεταξύ των 5 υλικών, που μελετήθηκαν 3 εβδομάδες μετά την εμβάπτισή τους σε φυσικό σάλιο. Συγκεκριμένα, οι πρόσθιες επιφάνειες των δειγμάτων του εν θερμώ πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος MB και του αυτο-πολυμεριζόμενου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος ESR προσβλήθηκαν και αποικίστηκαν από ζυμομύκητες *C. albicans* ταχύτερα, σε σχέση με τις πλαϊνές τους επιφάνειες.
- Επιπρόσθετα, ο μέσος αριθμός ζυμομυκήτων *C. albicans* στην πρόσθια επιφάνεια του TSS εμφάνισε στατιστικά σημαντικά μικρότερη αλλαγή, σε σχέση με την πλαϊνή του επιφάνεια.
- Συνοψίζοντας, τα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα αποικίζονται σταδιακά από ζυμομύκητες *C. albicans* και ο αριθμός των βλαστοκονιδίων *C. albicans* στην πρόσθια άλλα και πλαϊνή επιφάνεια των υλικών αυξάνεται ποσοτικά μέσα στο χρόνο.

## **Βιβλιογραφία**

1. Bernabe E, Marcenes W, Hernandez CR, et al. Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. *J Dent Res* 2020; 99: 362-73.
2. Schwendicke F, Nitschke I, Stark H, et al. Epidemiological trends, predictive factors, and projection of tooth loss in Germany 1997-2030: part II. Edentulism in seniors. *Clin Oral Investig* 2020; 24: 3997-4003.
3. Polzer I, Schimmel M, Muller F, Biffar R. Edentulism as part of the general health problems of elderly adults. *Int Dent J* 2010; 60: 143-55.
4. Wu B, Liang J, Plassman BL, et al. Edentulism trends among middle-aged and older adults in the United States: comparison of five racial/ethnic groups. *Community Dent Oral Epidemiol* 2012; 40: 145-53.
5. Aida J, Kondo K, Yamamoto T, et al. Oral health and cancer, cardiovascular, and respiratory mortality of Japanese. *J Dent Res* 2011; 90: 1129-35.
6. Slade GD, Akinkugbe AA, Sanders AE. Projections of U.S. Edentulism prevalence following 5 decades of decline. *J Dent Res* 2014; 93: 959-65.
7. Mamai-Homata E, Margaritis V, Koletsi-Kounari H, et al. Tooth loss and oral rehabilitation in Greek middle-aged adults and senior citizens. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 173-9.
8. Douglass WC, Shih A, Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? *J Prosthet Dent* 2002; 87:5-8.
9. Douglass WC, Watson AJ. Future needs for fixed and removable partial dentures in the United States. *J Prosthet Dent* 2002; 87:9-14.
10. Basker RM and Davenport JC. Prosthetic treatment of the edentulous patient. 4<sup>th</sup> ed. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2002: 275-84.
11. Craig RG. Restorative dental materials. 9<sup>th</sup> ed. St (MO): Mosby Inc; 2002:143-149.
12. Srinivasan M, Kamnoedboon P, McKenna G, et al. CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes. *J Dent* 2021; 113:103777.

13. Thalji G, McGraw K, Cooper LF. Maxillary Complete Denture Outcomes: A Systematic Review of Patient-Based Outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016; 31:169-81.
14. Lee DJ, Saponaro PC. Management of Edentulous Patients. *Dent Clin North Am*. 2019; 63: 249-61.
15. Murray MD, Darvell BW. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention--a review. Part 1. *Aust Dent J* 1993; 38:216-9.
16. Turgut M, Bolayir G, Dogan OM, et al. Bond strength of a silicone soft lining material to poly (methyl methacrylate) resin treated with maleic anhydride and its tetrapolymers. *J Adhesion* 2007; 83: 927-38.
17. Vojdani M, Shaghaghian S, Khaledi A, Adibi S. The effect of thermal and mechanical cycling on bond strength of a ceramic to nickel-chromium (Ni-Cr) and cobalt-chromium (Co-Cr) alloys. *Indian J Dent Res*. 2012; 23:509-13.
18. Anadioti E, Musharbash L, Blatz MB, et al. 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. *BMC Oral Health*. 2020 Nov 27; 20(1): 343.
19. Dimitriou P, Zisis A, Karakazis H, et al. *Prosthetic Dentistry. Complete Dentures*. 4<sup>th</sup> ed. Athens: Bonisel; 2001: 131-142.
20. Van Noort R. *Introduction to dental materials*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Mosby Elsevier; 2007: 223-225.
21. Parvizi A, Lindquist T, Schneider R, Williamson D, Boyer D, Dawson DV. Comparison of the dimensional accuracy of injection-molded denture base materials to that of conventional pressure-pack acrylic resin. *J Prosthodont*. 2004; 13:83-9.
22. Ranganath LM, Keshav Shet RG, Rajesh AG, Abraham S. The effect of fiber reinforcement on the dimensional changes of poly methyl methacrylate resin after processing and after immersion in water: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2011; 12:305-17.
23. Beyli MS, Fraunhofer JA. An analysis of causes of fracture of acrylic resin dentures. *J Prosthet Dent*. 1981; 46:238-41.
24. Polychronakis N, Yannikakis S, Zissis A. A clinical 5-year longitudinal study on the dimensional changes of complete maxillary dentures. *Int J Prosthodont*. 2003; 16: 78-81.
25. Davenport JC. The oral distribution of *Candida* in denture stomatitis. *Br Dent J*. 1970; 129:151-6.

26. Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, et al. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont.* 1994; 7:17-21.
27. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, et al. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent.* 2012; 107:34-46.
28. Baba NZ, AlRumaih HS, Goodacre BJ, Goodacre CJ. Current techniques in CAD/CAM denture fabrication. *Gen Dent.* 2016; 64:23-8.
29. Schweiger J, Stumbaum J, Edelhoff D, Güth JF. Systematics and concepts for the digital production of complete dentures: risks and opportunities. *Int J Comput Dent.* 2018; 21:41-56.
30. Wang C, Shi YF, Xie PJ, Wu JH. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2021; 125:249-56.
31. Steinmassl PA, Klaunzer F, Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of Currently Available CAD/CAM Denture Systems. *Int J Prosthodont.* 2017; 30:116-22.
32. Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. Influence of CAD/CAM fabrication on denture surface properties. *J Oral Rehabil.* 2018; 45:406-13.
33. Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, et al. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J.* 2018; 37:526-33.
34. Al-Dwairi ZN, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ. A Comparison of the Flexural and Impact Strengths and Flexural Modulus of CAD/CAM and Conventional Heat-Cured Polymethyl Methacrylate (PMMA). *J Prosthodont.* 2020; 29:341-9.
35. Deng K, Chen H, Zhao Y, et al. Evaluation of adaptation of the polylactic acid pattern of maxillary complete dentures fabricated by fused deposition modelling technology: A pilot study. *PLoS One.* 2018; 13:e0201777.
36. Kawano F, Ohguri T, Koran IA, et al. Influence of lining design of three processed soft denture liners on cushioning effect. *J Oral Rehabil.* 1999; 26:962-8.
37. Kawano F, Dootz ER, Koran III, Craig RG. Sorption and solubility of 12 soft denture liners. *J Prosthet Dent.* 1994a; 72:393-8.
38. Kawano F, Kon M, Koran A, Matsumoto N. Shock-absorbing behavior of four processed soft denture liners. *J Prosthet Dent.* 1994b; 72:599-605.

39. Gendreau L, Loewy GZ. Epidemiology and etiology of denture stomatitis. *J Prosthodont*. 2011; 20:251-60.
40. Zarb GA, Bolender CL. Prosthodontic treatment for edentulous patients. Complete dentures and implant-supported prostheses. 12<sup>th</sup> ed. USA. Mosby Inc. 2004: 471-80.
41. Twichell H. Improvement in dental plates. US Patent No. 88, 682.1869.
42. O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection. 3<sup>rd</sup> ed. Canada. Quintessence Publishing Co, Inc. 2002:85-7.
43. Lammie GA, Storer R. A preliminary report on resilient denture plastics. *J Prosthet Dent*. 1958; 8:411-24.
44. Tylman S. The use of elastic and resilient synthetic resins and their copolymer in oral, dental and facial prostheses. *Dent Digest*. 1943; 49:167.
45. Popper F. Undercuts and resilient resins. *J Dent Assoc South Africa*. 1945; 19:77.
46. Kalachandra S, Minton RJ, Takamata T, Taylor DF. Characterization of commercial soft liners by dynamic mechanical analysis. *J Mat Sci: Mat Med*. 1995; 6:218-22.
47. Munksgaard EC. Leaching of plasticizers from temporary denture soft lining materials. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112:101–5.
48. Munksgaard EC. Plasticizers in denture soft-lining materials: leaching and biodegradation. *Eur J Oral Sci*. 2005; 113:166–9.
49. Nikawa H, Jin C, Makihiro S, et al. Biofilm formation of *Candida albicans* on the surfaces of deteriorated soft denture lining materials caused by denture cleansers in vitro. *J Oral Rehabil*. 2003; 30:243-50.
50. Mese A. Bond strength of soft denture liners following immersion of denture cleanser. *Biotechnol and Biotechnol*. 2006; 20:184-91.
51. Hayakawa I. Principles and practices of complete dentures –creating the mental image of a denture-. Tokyo. Quintessence Publishing Co., Ltd. 1999:233-48.
52. McCabe JF, Walls AWG. Applied dental materials. 9<sup>th</sup> ed. Oxford. Blackwell. 2008:124-32.
53. Mack PJ. Denture soft lining materials: clinical indications. *Aust Dent J*. 1989; 34:454-8.
54. Qudah S, Harrison A, Huggett R. Soft lining materials in prosthetic dentistry: A review. *Int J Prosthodont*. 1990; 3:477-83.

55. Braden M, Wright PS, Parker S. Soft lining materials- a review. *Eur J Prosthodont Rest Dent*. 1995; 3:163-74.
56. Bail M, Meister LM, Campagnoli EB, et al. Histopathological changes by the use of soft relined materials: a rat model study. *PLoS One*. 2014; 9: e100293.
57. Phillips RW. Skinner's Science of dental materials. 9<sup>th</sup> ed. USA. WB Saunders Company. 1991:203-7.
58. Ahmad F, Dent M, Yunus N. Shear bond strength of two chemically different denture base polymers to relined materials. *J Prosthodont*. 2009; 18:596-602.
59. Wright PS. Soft lining materials: their status and prospects. *J Dent Res*. 1976; 4:247-56.
60. Kazanji MNM, Watkinson AC. Influence of thickness, boxing and storage on the softness of resilient denture lining material. *J Prosthet Dent*. 1988; 59: 677-80.
61. Valentini F, Luz MS, Boscato N, Pereira-Cenci T. Biofilm formation on denture liners in a randomised controlled in situ trial. *J Dent*. 2013; 41:420-7.
62. Schmidt WF Jr, Smith DE. A six-year retrospective study of Molloplast-B-lined dentures. Part II: Liner serviceability. *J Prosthet Dent*. 1983; 50:459-65.
63. Wright PS. Observations on long-term use of a soft-lining material for mandibular complete dentures. *J Prosthet Dent*. 1994; 72: 85-92.
64. Chase WW. Tissue conditioning utilizing dynamic adaptive stress. *J Prosthet Dent*. 1961; 11:804-15.
65. Braden M. Tissue conditioners. I. Composition and structure. *J Dent Res*. 1970; 49:145-8.
66. Parker S, Braden M. Soft prosthesis materials based on powdered elastomers. *Biomaterials*. 1990; 11:482-90.
67. Kulak-Ozkan Y, Sertog A, Gedik H: Effect of thermocycling on tensile bond strength of six silicone-based, resilient denture liners. *J Prosthet Dent* 2003; 89:303-10.
68. Murata H, Kawamura M, Hamada T, et al. Dimensional stability and weight changes of tissue conditioners. *J Oral Rehabil*. 2001; 28:918-23.
69. Yoeli Z, Miller V, Zeltser C. Consistency and softness of soft liners. *J Prosthet Dent*. 1996; 75:412-8.
70. Anastassiadou B, Naka O. The use of soft lining materials and their contribution to difficult cases of edentate patients having complete dentures. *Stoma*. 2001;

- 29:169-80.
71. Kafousias N, Baltzaki G, Stathopoulos A. Dental materials. Athens 1994: 355-7.
  72. Polyzois G, Vekiou I. Soft liners of acrylic resin and silicone. *Stomatol.* 1981; 3:323-31.
  73. Braden M, Clarke RL, Nicholson J, Parker S. *Polymeric Dental Materials*. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. 1997:101-24.
  74. Wright PS. Characterization of the adhesion of soft lining materials to poly (methyl methacrylate). *J Dent Res.* 1982; 61:1002-5.
  75. Mc Cabe JF, Walls AWG. *Applied Dental Materials*. 10<sup>th</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2008:124-32.
  76. Ryan JE. An alternative treatment: Molloplast B. *J Can Dent Assoc.* 1997; 63:122-4.
  77. Polyzois GL, Yannikakis SA, Zissis AJ. Color stability of visible light-cured, hard direct denture reliners: an in vitro investigation. *Int J Prosthodont.* 1999; 12:140-6.
  78. Zissis AJ, Polyzois GL, Jagger RG, Waters MG. Wettability of visible light-curing denture lining materials. *Int J Prosthodont.* 2001; 14:250-4.
  79. Fujii K, Arikawa H, Kanie T, et al. Effect of photo-irradiation on hardness of soft lining materials for denture base. *J Oral Rehabil.* 2002; 29:744-8.
  80. Fujii K, Arikawa H, Kanie T, et al. Effect of ethanol on the hardness and relaxation modulus of experimental photo-activated soft lining materials stores in aqueous solutions. *J Oral Rehabil.* 2002; 29:770-6.
  81. Hayakawa I, Keh ES, Morizawa M, et al. A new polyisoprene-based light- curing denture soft lining material. *J Dent.* 2003; 31:269-74.
  82. Parker S, Braden M. Effect of composition on the mechanical properties and water sorption of a butadiene/styrene copolymer-methacrylate monomer soft lining material. *J Mater Sci Mater Med.* 1996; 7:245-50.
  83. Riggs PD, Parker S, Braden M, Kalachandra S. Development of novel elastomer/ methacrylate monomer soft lining materials. *J Mater Sci: Mater Med.* 2001; 12:359-64.
  84. Hayakawa I, Kawae M, Tsuji Y, Masuhara E. Soft denture liner of fluoroethylene copolymer and its clinical evaluation. *J Prosthet Dent* 1984; 51:310-3.
  85. Ferranane JL. *Materials in dentistry. Principles and applications*. 2<sup>nd</sup> ed. USA. Lippincot Williams & Wilkins. 2001:269-70.
  86. Wright PS. The success and failure of denture soft-lining materials in clinical use.

- J Dent. 1984; 12:319-27.
87. Dootz OM, Koran A, Craig RG: Physical property comparison of 11 soft denture lining materials as a function of accelerated aging. J Prosthet Dent. 1993; 69:114-9.
  88. Emmer TJ Jr, Emmer TJ Sr, Vaidynathan J, Vaidynathan TK. Bond strength of permanent soft denture liners bonded to the denture base. J Prosthet Dent. 1995; 74: 595-601.
  89. McCabe JF, Walls AWG. Applied Dental Materials. 8<sup>th</sup> ed. Blackwell Science. 1999:108-14.
  90. Wright PS, Young KA, Riggs PD, et al. Evaluating the effect of soft lining materials on the growth of yeast. J Prosthet Dent. 1998; 79:404-9.
  91. Kiat-Amnuay S, Khan Z, Gettleman L. Overdenture retention of four resilient liners over an implant bar. J Prosthet Dent. 1999; 81:568-73.
  92. Price C, Waters G, Williams W, et al. Surface modification of an experimental silicone rubber aimed at reducing initial candidal adhesion. J Biomed Mater Res. 2002; 63:122-8.
  93. Saravanan M, Kumar A, Padmanabhan TV, Banu F. Viscoelastic properties and antimicrobial effects of soft liners with silver zeolite in complete dental prosthesis wearers: an in vivo study. *Int J Prosthodont*. 2015; **28**:265–9.
  94. Abrams S. Complete denture covering mandibular tori using three base materials: a case report. J Can Dent Asso 2000; 66:494-6.
  95. Abrams S. A technique for using maxillary anterior soft-tissue undercuts in denture placement: a case report. J Can Dent Assoc. 2002; 68:301-4.
  96. Robinson JE. Characteristics of irradiated soft and hard tissues. J Prosthet Dent. 1976; 35:549-52.
  97. Gonzalez JB. Use of tissue conditioners and resilient liners. Dent Clin North Am. 1977; 21:249-59.
  98. Wright PS. A three-year longitudinal study of denture soft lining materials in clinical use. Clin Mater. 1986; 1:281-9.
  99. Murata H, Taguchi N, Hamada T, et al. Dynamic viscoelasticity of soft liners and masticatory function. J Dent Res. 2002; 81:123-8.
  100. Kimoto S, Kitamura M, Kodaira M, et al. Randomized controlled clinical trial on satisfaction with resilient denture liners among edentulous patients. *Int J Prosthodont*. 2004; 17:236-40.

101. Bulad K, Taylor R, Veran J, McCord J. Colonization and penetration of denture soft lining materials by *Candida albicans*. *Dent Mater*. 2004; 20:167-75.
102. Basker RM, Davenport JC, Tomlin HR. *Prosthetic Treatment of the Edentulous Patient*. 3<sup>rd</sup> ed. Houndmills. MacMillan Press Ltd. 1992:115-9, 259-61.
103. Kiat-Amnuay S, Mekayarajjananonth T, Cron C, et al. Simplified methods for fabricating tissue-supported implant-retained overdentures with retention from a resilient liner. *J Prosthet Dent*. 1999; 82:242-5.
104. Boven GC, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJ. Improving masticatory performance, bite force, nutritional state and patient's satisfaction with implant overdentures: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil*. 2015; 42:220-33.
105. Shigeto N, Hamada T, Iwanaga H, Murata H. Pressure distribution using tissue conditioners on simplified edentulous ridge models. Part II: The influence of the powder particle size and ethanol content. *Int J Prosthodont*. 1995; 8:557-63.
106. Jagger R, Milward P, Waters M. Properties of an experimental mouthguard material. *Int J Prosthodont*. 2000; 13:416-19.
107. Keyf F. Obturator prostheses for hemimaxillectomy patients. *J Oral Rehab*. 2001; 28:821-29.
108. Goiato MC, De Carvalho Dekon SF, De Faria Almeida DA, et al. Patients' satisfaction after surgical facial reconstruction or after rehabilitation with maxillofacial prosthesis. *J Craniofac*. 2011; 22:766-69.
109. Whitsitt JA, Battle LW, Jarosz CJ. Enhanced retention for the distal extension-base removable partial denture using heat-cured resilient soft liner. *J Prosthet Dent*. 1984; 52:447-8.
110. Hashem MI. Advances in soft denture liners: An update. *J Contemp Dent Pract*. 2015; 16:314-18.
111. Parel SM, Triplett RG. Immediate fixture placement: a treatment planning alternative. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990; 5:337-45.
112. Schmidt WF, Smith DE. A six-year retrospective study of Molloplast B lined dentures. Part I: Patient response. *J Prosthet Dent*. 1983; 50:308-13.
113. Murata H, Hamada T, Taguchi N, et al. Viscoelastic properties of tissue conditioners—influence of molecular weight polymer powders and powder/liquid ratio and the clinical implications. *J Oral Rehabil*. 1998; 25:621-9.
114. Williamson RT. Clinical application of a soft denture liner: a case report.

- Quintessence Int. 1995; 26:413-8.
115. Reeson MG, Jepson NJA. A simple method for obtaining a uniform thickness for long-term soft denture linings. *J Prosthet Dent.* 1998; 79:355-7.
  116. Pesun IJ, Hodges J, Lai JH. Effect of finishing and polishing procedures on the gap width between a denture base resin and two long-term, resilient denture liners. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:311-8.
  117. Eliades G, Eliades T, Brantley WA, Watts DC. *Dental Materials In Vivo: Aging and related phenomena.* 1<sup>st</sup> ed. Quintessence Publishing Co, Inc; 2003:3-17.
  118. Graham BS, Jones DW, Sutow EJ. An in vivo and in vitro study of the loss of plasticizer from soft polymer-gel materials. *J Dent Res.* 1991; 70:870-3.
  119. Hashimoto Y, Kawaguchi M, Miyazaki K, Nakamura M. Estrogenic activity of tissue conditioners in vitro. *Dent Mater.* 2003; 19:341-6.
  120. Dahl JE, Frangou-Polyzois MJ, Polyzois GL. In vitro biocompatibility of denture relining materials. *Gerodontology.* 2006; 23:17-22.
  121. Barclay SC, MacDonald DG, Watson IB. The effect of chairside relining materials on rat palatal mucosa. *J Dent.* 1997; 25:251-5.
  122. Sakar O, Ates M, Aydin Z, Beyli MS. In vitro cytotoxicity of Tissue Conditioners. *Balk J Stom.* 2000; 4:90-2.
  123. Kim BJ, Yang HS, Chun MG, Park YJ. Shore hardness and tensile bond strength of long-term soft denture lining materials. *J Prosthet Dent.* 2014; 112:1289-97.
  124. Arena CA, Evans DB, Hilton TJ. A comparison of bond strengths among chairside hard reline materials. *J Prosthet Dent.* 1993; 70:126-31.
  125. Choi JE, Ng TE, Leong CKY, et al. Adhesive evaluation of three types of resilient denture liners bonded to heat-polymerized, autopolymerized, or CAD-CAM acrylic resin denture bases. *J Prosthet Dent.* 2018; 120:699-705.
  126. Takahashi JM, Consani RL, Henriques GE, et al. Effect of accelerated aging on permanent deformation and tensile bond strength of autopolymerizing soft denture liners. *J Prosthodont.* 2011; 20:200-4.
  127. Valentini F, Luz MS, Boscato N, Pereira-Cenci T. Surface roughness changes in denture liners in denture stomatitis patients. *Int J Prosthodont.* 2017; 30:561-64.
  128. Mese A, Guzel KG. Effect of storage duration on the hardness and tensile bond strength of silicone- and acrylic resin-based resilient denture liners to a processed denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 2008; 99:153-9.

129. Cavalcanti YW, Bertolini MM, Cury AA, da Silva WJ. The effect of poly (methyl methacrylate) surface treatments on the adhesion of silicone-based resilient denture liners. *J Prosthet Dent*. 2014; 112:539-44.
130. Tanimoto Y, Saeki H, Kimoto S, et al. Evaluation of adhesive properties of three resilient denture liners by the modified peel test method. *Acta Biomater*. 2009; 5:764-9.
131. Akin H, Tugut F, Guney U, et al. Tensile bond strength of silicone-based soft denture liner to two chemically different denture base resins after various surface treatments. *Lasers Med Sci*. 2013; 28:119-23.
132. Atsu S, Keskin Y. Effect of silica coating and silane surface treatment on the bond strength of soft denture liner to denture base material. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21:300-6.
133. Awad AN, Cho SH, Kesterke MJ, Chen JH. Comparison of tensile bond strength of denture relining materials on denture bases fabricated with CAD-CAM technology. *J Prosthet Dent*. 2021; 6:S0022-3913 (21)00365-6.
134. Al Taweel SM, Al-Otaibi HN, Labban N, et al. Soft Denture Liner Adhesion to Conventional and CAD/CAM Processed Poly (Methyl Methacrylate) Acrylic Denture Resins-An In-Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2021;14: 6614.
135. Wemken G, Burkhardt F, Spies BC, et al. Bond strength of conventional, subtractive, and additive manufactured denture bases to soft and hard relining materials. *Dent Mater*. 2021; 37:928-38.
136. Kreve S, Dos Reis AC. Denture Liners: A Systematic Review Relative to Adhesion and Mechanical Properties. *Scientific World Journal*. 2019; 2019: 6913080.
137. Mante FK, Mante MO, Petropolous VC. In vitro changes in hardness of sealed resilient lining materials on immersion in various fluids. *J Prosthodont*. 2008; 17:384-91.
138. Chladek G, Żmudzki J, Kasperski J. Long-Term Soft Denture Lining Materials. *Materials (Basel)*. 2014; 7:5816-42.
139. Singh K, Chand P, Singh BP, Patel CB. Study of the effect of surface treatment on the long-term effectiveness of tissue conditioner. *J Oral Sci*. 2010; 52:261-5.
140. Osathananda R, Wiwatwarrapan C. Surface treatment with methyl formate-methyl acetate increased the shear bond strength between relining resins and denture

- base resin. *Gerodontology*. 2016; 33:147-54.
141. Zhao SG Feng SY. Vinyl-containing silicone resin as the crosslinking agent of heat-curable silicone rubber. *J Appl Polym Sci*. 2002; 83:3123–27.
  142. Ueda T, Kubo K, Saito T, et al. Surface morphology of silicone soft relining material after mechanical and chemical cleaning. *J Prosthodont Res*. 2018; 62:422-25.
  143. Wright PS, Clark P, Hardie JM. The prevalence and significance of yeasts in persons wearing complete dentures with soft-lining materials. *J Dent Res*. 1985; 64:122-5.
  144. Davenport JC, Wilson HJ, Spencer D. The compatibility of soft lining materials and denture cleansers. *Br Dent J*. 1986; 161:13-7.
  145. Verran J, Maryan CJ. Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *J Prosthet Dent*. 1997; 77:535-9.
  146. Nikawa H, Jin C, Hamada T, et al. Interactions between thermal cycled resilient denture lining materials, salivary and serum pellicles and *Candida albicans* in vitro. Part II. Effects on fungal colonization. *J Oral Rehabil*. 2000; 27:124-30.
  147. Machado AL, Breeding LC, Puckett AD. Effect of microwave disinfection on the hardness and adhesion of two resilient liners. *J Prosthet Dent*. 2005; 94:183-9.
  148. Tari BF, Nalbant D, Dogruman F, Kustimur S. Surface roughness and adherence of *Candida Albicans* on soft lining materials as influenced by accelerated aging. *J Contemp Dent Pract*. 2007; 8:1-11.
  149. Boscato N, Radavelli A, Faccio D, Loguercio A. Biofilm formation of *Candida albicans* on the surface of a soft denture-lining material. *Gerodontology*. 2009; 26:210-3.
  150. Khanna A, Bhatnagar VM, Karani JT, et al. A comparative evaluation of shear bond strength between two commercially available heat-cured resilient liners and denture base resin with different surface treatments. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9: ZC30-4.
  151. Usta Kutlu I, Yanikoğlu ND, Kul E, et al. Effect of sealer coating and storage methods on the surface roughness of soft liners. *J Prosthet Dent*. 2016; 115:371-6.
  152. Makila E, Hopsu-Havu VK. Mycotic growth and soft denture lining materials. *Acta Odontol Scand*. 1977; 35:197-205.
  153. Burns DR, Burns DA, Dipietro GJ, Gregory RL. Response of processed

- resilient denture liners to *Candida albicans*. *J Prosthet Dent*. 1987; 57:507-12.
154. Okita N, Hensten-Pettersen A. In vitro cytotoxicity of tissue conditioners. *J Prosthet Dent*. 1991; 66:656-9.
  155. Graham BS, Jones DW, Sutow EJ. Clinical implications of resilient denture lining material research. Part II: Gelation and flow properties of tissue conditioners. *J Prosthet Dent*. 1991; 65:413-8.
  156. Nikawa H, Iwanaga H, Kameda M, Hamada T. In vitro evaluation of *Candida albicans* adherence to soft denture-lining materials. *J Prosthet Dent*. 1992; 68:804-8.
  157. Waters M, Williams D, Jagger R, Lewis M. Adherence of *Candida albicans* to experimental denture soft lining materials. *J Prosthet Dent*. 1997; 77:306-12.
  158. Radford DR, Challacombe SJ, Walter JD. Denture plaque and adherence of *C. albicans* to denture base materials in vivo and in vitro. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1999; 10:99-116.
  159. Ohkubo T, Oizumi M, Kobayashi T. Influence of methyl mercaptan on the bonding strength of autopolymerizing reline resins to a heat-polymerized denture base resin. *Dent Mater J*. 2009; 28:426-32.
  160. Dayrell A, Takahashi J, Valverde G, Consani R, Ambrosano G, Mesquita M. Effect of sealer coating on mechanical and physical properties of permanent soft lining materials. *Gerodontology* 2012; 29:e401-7.
  161. Laskaris G. Aphthous stomatitis. *European handbook of dermatological treatments*. 2<sup>nd</sup> ed. Springer-Verlag; 2003:48-51.
  162. Τσοβίλη-Ραζέλου Α. Επιδημιολογική μελέτη νωδών ατόμων που χρησιμοποιούν ολικές Οδοντοστοιχίες και η κατάσταση του στόματος τους. *Ελλ Στομ Χρον*. 1991; 35:155-161.
  163. Τσουνίας Β, Ψωρομίτας Μ. Βλάβες του στόματος από οδοντοστοιχίες. Κλινικοστατιστική μελέτη σε άτομα της τρίτης ηλικίας. *Ελλ Στομ Χρον*. 1995; 39:57-62.
  164. Zissis A, Yannikakis S, Harrison A. A comparison of denture stomatitis prevalence in 2 population groups. *Int J Prosthodont*. 2006; 19:621-5.
  165. Kossioni AE. The prevalence of denture stomatitis and its predisposing conditions in an older Greek population. *Gerodontology*. 2011; 28:85-90.
  166. Κολοκοτρώνης Α, Επιβατιανός Α. Στοματολογία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2011: 609-10.

167. Rogers H, Wei XQ, Lewis MAO, et al. Immune Response and Candidal Colonisation in Denture Associated Stomatitis. *J Clin Cell Immunol*. 2013; 4:1-7.
168. Hedderwick SA, Wan JY, Bradley SF, et al. Risk factor for colonization with yeast species in a veterans Affairs long-term care facility. *J Am Geriatr Soc*. 1998; 46:849-53.
169. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T. Denture plaque-past and recent concerns. *J Dent*. 1998; 26:299-304.
170. Shulman JD, Rivera-Hidalgo F, Beach MM. Risk factors associated with denture stomatitis in the United States. *J Oral Pathol Med*. 2005; 34:340-6.
171. Singh H, Sharma S, Singh S, et al. Problems faced by complete denture-wearing elderly people living in jammu district. *J Clin Diagn Res*. 2014; 8:ZC25-7.
172. Jeganathan S, Chew Chong Lin: Denture stomatitis-a review of aetiology, diagnosis and management. *Austr Dent J*. 1992; 37:107-14.
173. Reichart PA, Scheifele Ch, Philipsen HP. Glandular cheilitis. 2 case reports. *Mund Kiefer Gesichtschir*. 2002; 6:266-70.
174. Mahima VG, Anudeep R, Karthikeya P. Mouth is the mirror of human body-diabetes mellitus and oral cavity. *Int J Clin Cases Invest*. 2010; 1:5-12.
175. Yoneyama T, Yoshida M, Ohrui T, et al. Oral Care Working Group. Oral care reduces pneumonia in older patients in nursing homes. *J Am Geriatr Soc*. 2002; 50:430-33.
176. Salerno C, Pascale M, Contaldo M, et al. Candida-associated denture stomatitis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011; 16:e139-43.
177. Feller L, Altini M, Chandran R, et al. Noma (cancrum oris) in the South African context. *J Oral Pathol Med*. 2014; 43:1-6.
178. Shenoy AK, Chowta MN, Shenoy N, Adhikari P. Efficacy and Safety of Sauropus Androgynous in the Treatment of Aphthous Stomatitis- A Placebo Controlled Double Blind Trial. *JMSCR* 2014; 2:1187-93.
179. Kakoei S, Hosseini B, Haghdoost AA, et al. Evaluation of Salivary Secretory Immunoglobulin A Levels in Diabetic Patients and Association with Oral and Dental Manifestations. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2015; 15:e507-11.
180. Kulak-Ozkan Y, Kazazoglou E, Arkan A. Oral hygiene habits, denture cleanliness, presence of yeasts and stomatitis in elderly people. *J Oral Rehabil*. 2002; 29:300-4.
181. Diwan R. Materials prescribed in the management of edentulous patients. In:

- Zarb G, Bolender CL, Eckert SE, editors. Prosthodontic treatment for edentulous Patients: complete dentures and implant-supported prostheses. 12<sup>th</sup> ed. St. Louis: CV Mosby; 2004:190-207.
182. Budtz-Jørgensen E. Etiology, pathogenesis, therapy, and prophylaxis of oral yeast infections. *Acta Odontol Scand.* 1990; 48:61-9.
  183. Nikawa H, Yamamoto T, Hamada T, et al. Antifungal effect of zeolite-incorporated tissue conditioner against *Candida albicans* growth and/or acid production. *J Oral Rehabil.* 1997; 24:350-7.
  184. Chow CK, Matear DW, Lawrence HP. Efficacy of antifungal agents in tissue conditioners in treating candidiasis. *Infect Dis Clin North Am.* 1999; 13:901-23.
  185. Yilmaz H, Aydin C, Bal BT, Özçelik B. Effects of disinfectants on resilient denture-lining materials contaminated with *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sobrinus*, and *Candida albicans*. *Quintessence Int.* 2005; 36:373-81.
  186. Yamamoto D, Shinohara Y, Nagadome H, Terada Y. Development of tissue conditioner capable of binding with anti-microbial protein lactoferrin. *J Prosthodont Res.* 2009; 53:136-41.
  187. Da Silva WJ, Rached RN, Rosalen PL, et al. Effects of nystatin, fluconazole and propolis on poly (methyl methacrylate) resin surface. *Braz Dent J.* 2008; 19:190-6.
  188. Bellon-Fontaine MN, Mozes N, Van der mei HC, et al. A comparison of thermodynamic approaches to predict the adhesion of dairy microorganisms to solid substrata. *Cell Biophys.* 1990; 17:93-106.
  189. Busscher HJ, Geertsema-Doornbusch GI, van der Mei HC. Adhesion to silicone rubber of yeast and bacteria isolated from voice prostheses: influence of salivary conditioning films. *J Biomed Mat Res.* 1997; 34:201-9.
  190. Minagi S, Miyake Y, Inagaki K, et al. Hydrophobic interaction in *Candida albicans* and *Candida tropicalis* adherence to various denture base resin materials. *Infect Immun.* 1985; 47:11-4.
  191. Pereira-Cenci T, Cury AA, Cenci MS, Rodrigues-Garcia RC. In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners: influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *Int J Prosthodont.* 2007; 20:308-10.
  192. Wright PS. The effect of soft lining materials on the growth of *Candida albicans*. *J Dent Res.* 1980; 59:614-9.
  193. Kang SH, Lee HJ, Hong SH, et al. Influence of surface characteristics on the

- adhesion of *Candida albicans* to various denture lining materials. *Acta Odontol Scand.* 2013; 71:241-8.
194. Machado AL, Giampaolo ET, Pavarina AC, et al. Surface roughness of denture base and reline materials after disinfection by immersion in chlorhexidine or microwave irradiation. *Gerodontology.* 2012; 29:e375-82.
  195. Gibbons P. Clinical and bacteriological findings in patients wearing silastic 390 soft liner. *J Mich State Dent Assoc.* 1965; 45:65-7.
  196. Gruber RG, Lucatarto EM, Molnar EJ. Fungus growth on tissue conditioners and soft denture liners. *Rev Dent Liban* 1968; 18:36-43.
  197. Woelfel JB, Paffenbarger GC. Evaluation of complete dentures lined with resilient silicone rubber. *J Am Dent Assoc.* 1968; 76:582-90.
  198. Allison RT, Douglas WH. Micro-colonization of the denture-fitting surface by *candida albicans*. *J Dent.* 1973; 1:198-201.
  199. Masella RP, Dolan CT, Laney WR. The prevention of the growth of *Candida* on silastic 390 soft liner for dentures. *J Prosthet Dent.* 1975; 33:250-7.
  200. Douglas WH. Resilient soft materials in dentistry. *Northwest Dent.* 1979; 58:116-8.
  201. Mäkilä E, Honka O. Clinical study of a heat-cured silicone soft lining material. *J Oral Rehabil.* 1979; 6:199-204.
  202. Nikawa H, Yamamoto T, Hayashi S, et al. Growth and/or acid production of *Candida albicans* on soft lining materials in vitro. *J Oral Rehabil.* 1994; 21:585-94.
  203. Furukawa KK, Niagro FD, Runyan DA, Cameron SM. Effectiveness of chlorine dioxide in disinfection on two soft denture liners. *J Prosthet Dent.* 1998; 80:723-9.
  204. Radford DR, Sweet SP, Challacombe SJ, Walter JD. Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. *J Dent.* 1998; 26:577-83.
  205. Kurtulmus H, Kumbuloglu O, Aktas RT, et al. Effects of saliva and nasal secretion on some physical properties of four different resin materials. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010; 15:e969-75.
  206. Araujo CU, Basting RT. In situ evaluation of surface roughness and micromorphology of temporary soft denture liner materials at different time intervals. *Gerodontology.* 2018; 35:38-44.

207. Nevzatoglu EU, Ozcan M, Kulak-Ozcan Y, Kadir T. Adherence of *Candida albicans* to denture base acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. *Clin Oral Investig*. 2007; 11:231-6.
208. Vural C, Ozdemir G, Kurtulmus H, et al. Comparative effects of two different artificial body fluids on *Candida albicans* adhesion to soft lining materials. *Dent Mater J*. 2010; 29:206-12.
209. Pavan S, dos Santos PH, Filho JN, Spolidorio DM. Colonisation of soft lining materials by micro-organisms. *Gerodontology*. 2010; 27:211-6.
210. Nikawa H, Hamada T. Binding of salivary or serum proteins to *Candida albicans* in vitro. *Arch Oral Biol*. 1990; 35:571-3.
211. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol*. 1995; 22:1-14.
212. Chandra J, Kuhn DM, Mukherjee PK, et al. Biofilm formation by the fungal pathogen *Candida albicans*: development, architecture, and drug resistance. *J Bacteriol*. 2001; 183:5385-94.
213. Pereira GH, Müller PR, Szeszs MW, et al. Five-year evaluation of bloodstream yeast infections in a tertiary hospital: the predominance of non-*C. albicans* *Candida* species. *Med Mycol*. 2010; 48:839-42.
214. Bal BT, Yavuzylmaz H, Yücel M. A pilot study to evaluate the adhesion of oral microorganisms to temporary soft lining materials. *J Oral Sci*. 2008; 50:1-8.
215. Seneviratne CJ, Jin L, Samaranayake LP. Biofilm lifestyle of *Candida*: a mini review. *Oral Dis*. 2008; 14:582-90.
216. Samaranayake LP, MacFarlane TW. *Oral candidosis*. Toronto: Wright; 161, 1990.
217. Rodger G, Taylor RL, Pearson GJ, Verran J. In vitro colonization of an experimental silicone by *Candida albicans*. *J Biomed Mater Res. B Appl Biomater* 2010; 92:226-35.
218. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T, Kumagai H. Effects of salivary or serum pellicles on the *Candida albicans* growth and biofilm formation on soft lining materials in vitro. *J Oral Rehabil*. 1997; 24:594-604.
219. Mc Courtie J, Douglas LJ. Relationship between cell surface composition of *Candida albicans* and adherence to acrylic after growth on different carbon sources. *Infect Immun*. 1981; 32:1234-41.

220. Nikawa H, Hayashi S, Nikawa Y, et al. Interactions between denture lining material, protein pellicles and *Candida albicans*. *Arch Oral Biol*. 1993; 3:631-4.
221. Mutluay MM, Oğuz S, Ørstavik D, et al. Experiments on in vivo biofilm formation and in vitro adhesion of *Candida* species on polysiloxane liners. *Gerodontology*. 2010; 27:283-91.
222. Paranhos HFO, Silva-Lovato CH, Freitas Souza R, et al. Effects of mechanical and chemical methods on denture biofilm accumulation. *J Oral Rehab*. 2007; 34: 606-12.
223. Oliveira LV, Mesquita MF, Henriques GE, Consani RL. The effect of brushing on surface roughness of denture lining materials. *J Prosthodont*. 2007;16:179-84.
224. Paranhos HFO, Da Silva CHL, Venezian GC, et al. Distribution of biofilm on internal and external surfaces of upper complete dentures: the effect of hygiene instruction. *Gerodontology*. 2007; 24:162-68.
225. Heath JR, Davenport JC, Jones PA. The abrasion of acrylic resin by cleaning pastes. *J Oral Rehabil*. 1983; 10:159-75.
226. Richmond R, Macfarlane TV, McCord JF. An evaluation of the surface changes in PMMA biomaterial formulations as a result of toothbrush/dentifrice abrasion. *Dent Mater*. 2004; 20:124-32.
227. Wictorin L. Effect of toothbrushing on acrylic resin veneering material. II. Abrasive effect of selected dentifrices and toothbrushes. *Acta Odontol Scand*. 1972; 30:383-95.
228. Zissis AJ, Polyzois GL, Yannikakis SA, Harrison A. Roughness of denture materials: a comparative study. *Int J Prosthodont*. 2000; 13:136-40.
229. Huddar DA, Hombesh MN, Sandhyarani B, et al. Effect of denture cleanser on weight, surface roughness and tensile bond strength of two resilient denture liners. *J Contemp Dent Pract*. 2012; 13:607-11.
230. Barnabe W, Neto TM, Pimenta FC, et al. Efficacy of sodium hypochlorite and coconut soap used as disinfecting agents in the reduction of denture stomatitis, *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. *J Oral Rehab*. 2004; 31:453-9.
231. Gornitsky M, Paradisi I, Landaverde G, et al. A clinical and microbiological evaluation of denture cleansers for geriatric patients in long-term care institutions. *J Can Dent Assoc*. 2002; 68:39-45.
232. Lassila LV, Mutluay MM, Tezvergil-Mutluay A, Vallittu PK. Bond strength

- of soft liners to fiber-reinforced denture-base resin. *J Prosthodont*. 2010; 19:620-4.
233. Pavan S, Arioli Filho JN, Dos Santos PH, et al. Effect of disinfection treatments on the hardness of soft denture liner materials. *J Prosthodont*. 2007; 16: 101-6.
  234. Rathore P, Hegde A, Ginjupalli K. Evaluation of antifungal activity of additives to resilient liners: an in vitro pilot study. *Trends Biomater Artif Organs*. 2009; 23: 6- 9.
  235. Hahnel S, Rosentritt M, Bürgers R, et al. *Candida albicans* biofilm formation on soft denture liners and efficacy of cleaning protocols. *Gerodontology*. 2012; 29: e383-91.
  236. Machado AL, Breeding LC, Vergani CE, et al. Hardness and surface roughness of reline and denture base acrylic resins after repeated disinfection procedures. *J Prosthet Dent*. 2009; 102:115–22.
  237. Brożek R, Koczorowski R, Rogalewicz R, et al. Effect of denture cleansers on chemical and mechanical behavior of selected soft lining materials. *Dent Mater*. 2011; 27:281-90.
  238. Mantri SS, Parkhedkar RD, Mantri SP. *Candida* colonisation and the efficacy of chlorhexidine gluconate on soft silicone-lined dentures of diabetic and non-diabetic patients. *Gerodontology*. 2013; 30:288-95.
  239. Pisani MX, da Silva CH, Paranhos HF, et al. Evaluation of experimental cleanser solution of *Ricinus communis*: effect on soft denture liner properties. *Gerodontology*. 2012; 29:e179-85.
  240. Ferreira MA, Pereira-Cenci T, Rodrigues de Vasconcelos LM, et al. Efficacy of denture cleansers on denture liners contaminated with *Candida* species. *Clin Oral Investig*. 2009; 13:237-42.
  241. Hekimoğlu C, Anil N. The effect of accelerated ageing on the mechanical properties of soft denture lining materials. *J Oral Rehabil*. 1999; 26:745-8.
  242. Olan-Rodriguez L, Minah GE, Driscoll CF. *Candida albicans* colonization of surface-sealed interim soft liners. *J Prosthodont*. 2000; 9:184-8.
  243. Thomas CJ, Webb BC. Microwaving of acrylic resin dentures. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 1995; 3:179-82.
  244. Chladek G, Mertas A, Barszczewska-Rybarek I, et al. Antifungal activity of denture soft lining material modified by silver nanoparticles-a pilot study. *Int J Mol Sci*. 2011; 12:4735-44.

245. Sipahi C, Anil N, Bayramli E. The effect of acquired salivary pellicle on the surface free energy and wettability of different denture base materials. *J Dent*. 2001; 29:197–204.
246. Lefebvre AC, Wataha CJ, Cibirka MR, et al. Effects of triclosan on the cytotoxicity and fungal growth on a soft denture liner. *J Prosthet Dent*. 2001; 85: 352-6.
247. Mainieri VC, Beck J, Oshima HM, et al. Surface changes in denture soft liners with and without sealer coating following abrasion with mechanical brushing. *Gerodontology*. 2011; 28:146-51.
248. Ultee A, Kets EP, Smid EJ. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl Environ Microbiol*. 1999; 65:4606-10.
249. Guarda A, Rubilar JF, Miltz J, Galotto MJ. The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. *Int J Food Microbiol*. 2011; 146:144-50.
250. Baygar T, Ugur A, Sarac N, et al. Functional denture soft liner with antimicrobial and antibiofilm properties. *J Dent Sci*. 2018; 13:213-9.
251. Vergani CE, Seo RS, Pavarina AC, et al. Flexural strength of autopolymerizing denture reline resins with microwave postpolymerization treatment. *J Prosthet Dent*. 2005; 93:577-83.
252. Nikawa H, Yamamoto T, Hamada T, et al. Cleansing efficacy of commercial denture cleansers: ability to reduce *Candida albicans* biofilm activity. *Int J Prosthodont*. 1995; 8:527-34.
253. Baysan A, Whiley R, Wright PS. Use of microwave energy to disinfect a long-term soft lining material contaminated with *Candida albicans* or *Staphylococcus aureus*. *J Prosthet Dent*. 1998; 79:454-8.
254. Pachava KR, Nadendla LK, Alluri LSC, et al. Invitro Antifungal Evaluation of Denture Soft Liner Incorporated with Tea Tree Oil: A New Therapeutic Approach Towards Denture Stomatitis. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9: ZC62–ZC64.
255. Quinn DM. The effectiveness, in vitro, of miconazole and ketoconazole combined with tissue conditioners in inhibiting the growth of *Candida albicans*. *J Oral Rehabil*. 1985; 12:177-82.
256. Schneid TR. An in vitro analysis of a sustained release system for the treatment of denture stomatitis. *Spec Care Dentist*. 1992; 12:245-50.
257. Matsuura T, Abe Y, Sato Y, et al. Prolonged antimicrobial effect of tissue conditioners containing silver-zeolite. *J Dent*. 1997; 25:373-7.

258. Catalán A, Pacheco JG, Martínez A, Mondaca MA. In vitro and in vivo activity of *Melaleuca alternifolia* mixed with tissue conditioner on *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 105:327-32.
259. Moraes DC, Pereira-Ferreira A. Insights on the anticandidal activity of non-antifungal drugs. *J Mycol Med*. 2019; 29:253-9.
260. Douglas WH, Walker DM. Nystatin in denture liners-an alternative treatment of denture stomatitis. *Br Dent J*. 1973; 135:55-9.
261. Thomas CJ, Nutt GM. The in vitro fungicidal properties of visco-gel alone and combined with nystatin and amphotericin B. *J Oral Rehabil*. 1978; 5:167-72.
262. Kawano F, Koran A 3rd, Asaoka K, Matsumoto N. Effect of soft denture liner on stress distribution in supporting structures under a denture. *Int J Prosthodont*. 1993; 6:43-9.
263. Shim JS, Watts DC. An examination of the stress distribution in a soft-lined acrylic resin mandibular complete denture by finite element analysis. *Int J Prosthodont*. 2000; 13:19-24.
264. Taguchi N, Murata H, Hamada T, Hong G. Effect of viscoelastic properties of resilient denture liners on pressures under dentures. *J Oral Rehabil*. 2001; 28 (11): 1003-8.
265. Clarke DA. Resilient lining materials. *Dent Tech*. 1975; 28:132-7.
266. Kimoto S, Kimoto K, Gunji A, et al. Effects of resilient denture liner in mandibular complete denture on the satisfaction ratings of patients at the first appointment following denture delivery. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*. 2008; 52:160-6.
267. Von Fraunhofer JA, Loewy ZG. Factors involved in microbial colonization of oral prostheses. *Gen Dent*. 2009; 57:136-43.
268. Davenport JC. The oral distribution of candida in denture stomatitis. *Br Dent J*. 1970; 129:151-6.
269. Neu TR, Verkerke GJ, Herrmann IF, et al. Microflora on explanted silicone rubber voice prostheses: taxonomy, hydrophobicity and electrophoretic mobility. *J Appl Bacteriol*. 1994; 76:521-8.
270. Gedik H, Ozcan YK. The effect of surface roughness of silicone-based resilient liner materials on the adherence of *Candida albicans* and inhibition of *Candida albicans* with different disinfectants. *Oral Health Prev Dent*. 2009; 7:347-53.

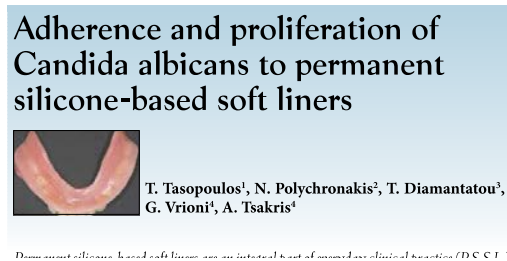
271. Muddugangadhar BC, Mawani DP, Das A, Mukhopadhyay A. Bond strength of soft liners to denture base resins and the influence of different surface treatments and thermocycling: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2020; 123:800-6.
272. Craig RG, Gibbons P. Properties of resilient denture liners. *J Am Dent Assoc.* 1961; 63:382-90.
273. Nakhaei M, Dashti H, Ahrari F, et al. Effect of Different Surface Treatments and Thermocycling on Bond Strength of a Silicone-based Denture Liner to a Denture Base Resin. *J Contemp Dent Pract.* 2016; 17:154-9.
274. Gundogdu M, Yesil Duymus Z, Alkurt M. Effect of surface treatments on the bond strength of soft denture lining materials to an acrylic resin denture base. *J Prosthet Dent.* 2014; 112:964-71.
275. Kulkarni RS, Parkhedkar R. The effect of denture base surface pretreatments on bond strengths of two long term resilient liners. *J Adv Prosthodont.* 2011; 3:16-9.
276. Usumez A, Inan O, Aykent F. Bond strength of a silicone lining material to alumina-abraded and lased denture resin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2004; 71:196-200.
277. Hakan A, Faik T, Burcu M, et al. Effect of sandblasting with different size of aluminum oxide particles on tensile bond strength of resilient liner to denture base. *Cumhuriyet Dent J.* 2011; 14:5-11.
278. Krishnamurthy S, Hallikerimath RB. An In-vitro Evaluation of Retention, Colonization and Penetration of Commonly Used Denture Lining Materials by *Candida albicans*. *J Clin Diagn Res* 2016; 10:ZC84-ZC88.
279. Mutluay MM, Oguz S, Fløystrand F, et al. A prospective study on the clinical performance of polysiloxane soft liners: one-year results. *Dent Mater J.* 2008; 27:440-7.
280. Azpiaz-Flores FX, Schricker SR, Seghi RR, et al. Adhesive strength of 3 long-term resilient liners to CAD-CAM denture base polymers and heat-polymerized polymethyl methacrylate with thermocycling. *J Prosthet Dent.* 2022:S0022-3913 (22) 00149-4.
281. Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S, et al. Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete Dentures - A Review. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018; 6:1498-502.

282. Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ, Baba NZ. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent*. 2015; 114:818-25.
283. Inokoshi M, Kanazawa M, Minakuchi S. Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping. *Dent Mater J*. 2012; 31:40-6.
284. Paolone G, Moratti E, Goracci C, et al. Effect of Finishing Systems on Surface Roughness and Gloss of Full-Body Bulk-Fill Resin Composites. *Materials (Basel)* 2020; 13:5657.
285. Al-Moaleem MM, Al-Layl OA, Ali M, et al. Computer Engineering Complete Dentures Workflow: Systematic Techniques Review. *JPRI*. 2021; 33 (53A):207-20.
286. Taebunpakul P, Jirawechwongsakul P. Palatal Inflammation and the Presence of *Candida* in Denture-Wearing Patients. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2021; 11:272-80.
287. Al-Fouzan AF, Al-Mejrad LA, Albarrag AM. Adherence of *Candida* to complete denture surfaces *in vitro*: A comparison of conventional and CAD/CAM complete dentures. *J Adv Prosthodont*. 2017; 9:402-8.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## Δημοσιεύσεις

1. Τασόπουλος Θ, Πολυχρονάκης Ν, Διαμαντάτου Θ, Βρυώνη Γ, Τσακρής ΑΘ. Προσκόλληση και αποικισμός της *Candida albicans* σε μόνιμα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα. *Οδοντοστόμ Πρόοδος* 2014; 68 (3): 340-59.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 2025, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), ο μισός ανθρωπίνος πληθυσμός θα έχει ξεπεράσει την ηλικία των 50 ετών καθώς υπάρχει μια συνεχής βελτίωση στην ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Στους ασθενείς με μερική ή ολική νωδότητα αναμένεται να σημειωθεί ανοδική τάση, με αποτέλεσμα η ανάγκη για προσθετική αποκατάσταση με οδοντοστοιχίες να παραμένει και να αποτελεί σε πολλές περιπτώσεις θεραπεία εκλογής.<sup>1,2,3,4</sup>

Η ακρυλική ρητίνη ως υλικό κατασκευής οδοντοστοιχιών χρησιμοποιείται για περισσότερο από 60 χρόνια. Η μακροχρόνια χρήση της οφείλεται στα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει, όπως ευκολία στη χρήση, χαμηλό κόστος, ικανοποιητικές μηχανικές ιδιότητες και ικανοποιητικά αισθητικά αποτελέσματα.<sup>5</sup> Σε ορισμένες περιπτώσεις, όμως, η αδρότητα της επιφάνειάς της προκαλεί ερεθισμούς και δυσανεξία στους ιστούς του στοματικού βλεννογόνου. Παράλληλα, η πολυμερισμένη ακρυλική ρητίνη, ανάλογα με τον τρόπο και τις συνθήκες πολυμερισμού της, περιέχει υπολειπόμενο μονομερές, η περίσσεια του οποίου ευθύνεται για ερεθισμό των ιστών του στόματος από αλλεργικές αντιδράσεις.<sup>6,7,8</sup>

Επιπλέον μειονεκτήματα της ακρυλικής ρητίνης αποτελούν η απορρόφηση και η αποβολή νερού σε συνθήκες υγρασίας και ξηρότητας αντίστοιχα, με αποτέλεσμα την αμφίδρομη μεταβολή διαστάσεων του υλικού. Η απορρόφηση του νερού σχετίζεται με την ικανότητα συγκέντρωσης, προσκόλλησης και μεταγενέστερα αποικισμό μικροοργανισμών της χλωρίδας του στόματος (*C.albicans*) στις επιφάνειες των οδοντοστοιχιών. Ο μηχανισμός αυτός, σε συνδυασμό με την κακή υγιεινή των οδοντοστοιχιών για μεγάλο χρονικό διάστημα, οδηγεί στην προσκόλληση μικροοργανισμών της χλωρίδας του στόματος σε αυτές.<sup>9</sup> Η νοσολο-

γική αυτή οντότητα ονομάζεται «στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες» (denture sore mouth). Πρόκειται για ερυθηματώδεις, παθολόνες καταστάσεις που παρατηρούνται σε ποσοστό 11-67 %, συνήθως στην άνω γνάθο και κυρίως σε περιοχές που έρχονται σε επαφή με μερικές ή ολικές οδοντοστοιχίες.<sup>9-13</sup> Η στοματίτιδα είναι πολυπαραγοντική νόσος, συνήθως όμως σχετίζεται με το ζυμομύκητα *C.albicans* και τη συνεχή χρήση των οδοντοστοιχιών, αφού προκαλείται τοπικός ερεθισμός της περιοχής που έχει αποικιστεί.<sup>15-17</sup> Ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών που αθροίζονται στην επιφάνεια των κινητών προσθέσεων μπορεί να φτάσει τα 10<sup>11</sup> ανά γραμμάριο βάρους.<sup>17</sup>

Ο μηχανισμός παθογένειας της στοματίτιδας από οδοντοστοιχίες συνδέεται με την αύξηση του αριθμού των αποικιών *C.albicans* και τη σταδιακή παραγωγή οξέων (πρωτεϊνικών και φωσφολιπικών), τα οποία με τη σειρά τους ευνοούν την προσκόλληση του ζυμομύκητα στο ακρυλικό. Το σάλιο και το ορροϊμένο (serum pellicles) ενισχύουν ουσιαστικά τον διαστρωματικό σχηματισμό του βιοϋμένιου (biofilm). Το βιοϋμένιο διαθέτει πολύπλοκη δομή, αλλά και δομική ομοιότητα με τη μικροβιακή πλάκα. Μπορεί να περιγραφεί ως σύνολο οργανωμένων μικροβιακών αποικιών από βακτήρια, μύκητες ή μικτούς πληθυσμούς που περικλείονται σε υπόστρωμα εξωκυττάρων πολυσακχαριτών, οι οποίοι εκκρίνονται από τους ίδιους τους μικροοργανισμούς.<sup>18,19</sup>

Τα μαλακά επιστρώματα, με κύριο χαρακτηριστικό την ελαστικότητα, εμφανίστηκαν στην Οδοντιατρική με σκοπό να δώσουν λύσεις σε κλινικά προβλήματα που παρουσίαζε η ακρυλική ρητίνη, ως υλικό για την κατασκευή βάσεων οδοντοστοιχιών.<sup>15</sup> Το 1943 υπήρξε η πρώτη βιβλιογραφική αναφορά τοποθέτησης μαλακού επιστρώματος σε ακρυλική βάση οδοντοστοιχίας και αφορούσε ένα είδος πλαστικοποιημένης ακρυλικής πολυβινυλο-ρητίνης

(plasticized polyvinyl resin).<sup>19-20</sup> Επιστρώματα με βάση τη σιλικόνη παρουσιάστηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία για πρώτη φορά το 1958, ενώ τη δεκαετία του 1960 έκαναν την εμφάνισή τους τα πολυμερή σιλοξάνης.<sup>21,22</sup>

Τα μαλακά επιστρώματα ανάλογα με τη χρονική διάρκεια που παραμένουν λειτουργικά στο στοματικό περιβάλλον διακρίνονται σε :<sup>7</sup>

1. Προσωρινά μαλακά επιστρώματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από λίγες μέρες έως 1 μήνα.

2. Ημιμόνιμα μαλακά επιστρώματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι 12 μήνες.

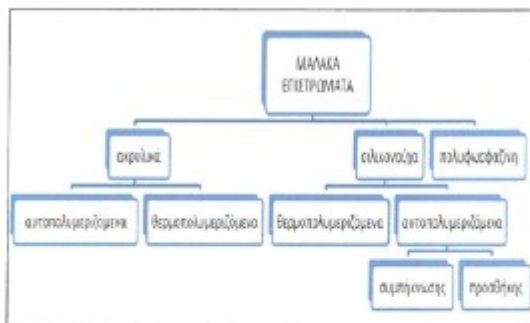
3. Μόνιμα μαλακά επιστρώματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πάνω από 12 μήνες.

Ανάλογα με τον τρόπο πολυμερισμού<sup>7</sup> διακρίνονται σε: (i) αυτοπολυμεριζόμενα, (ii) φωτοπολυμεριζόμενα και (iii) θερμοπολυμεριζόμενα (εικ.1).

Τέλος, τα μαλακά επιστρώματα μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τη χημική τους σύνθεση σε ακρυλικά, σιλικονούχα και πολυφωσφαζίνες.<sup>21,22</sup>

Τα μόνιμα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (ΜΣΜΕ) στην καθημερινή κλινική πράξη ενδείκνυνται (εικ.2,3): 1) για την πρόληψη τραυματισμού ασθενών με λεπτό ή ατροφικό στοματικό βλεννογόνο, οξυαιμίας ή ατροφικής φατνιακής ακρολοφίας, έντονων εσοχών στις φατνιακές ακρολοφίες, 2) σε ασθενείς με βρυγμό, 3) για την επίτευξη αρχικής συγκράτησης επένθετων οδοντοστοιχιών, 4) για την αναπροσαρμογή βάσης άμεσων οδοντοστοιχιών, 5) σε επιμεφυτευματικές επένθετες οδοντοστοιχίες, 6) σε ασθενείς με ξηροστομία, 7) σε ασθενείς με «σύνδρομο συνδυασμού» και 8) στην κατασκευή οδοντοστοιχιών με αποφρακτήρα (obturators) για την προσθετική αντιμετώπιση επίκτητων ή κληρονομικών ελλειμμάτων των γνάθων.<sup>12,23-28</sup>

Παρ' όλα αυτά, τα ΜΣΜΕ παρουσιάζουν



Εικόνα 1. Κατηγοριοποίηση των προσθετικών μαλακών επιστρωμάτων κατά Mc Cabe και Walls.



Εικόνα 2. Εφαρμογή μόνιμου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος (ΜΣΜΕ) με χρήση προσθητήρα, μετά την τροποποίηση της εσωτερικής επιφάνειας και των περιφερικών ορίων ολικής οδοντοστοιχίας κάτω γνάθου.



Εικόνα 3. Το μόνιμο σιλικονούχο μαλακό επίστρωμα τοποθετημένο στη βάση οδοντοστοιχίας της κάτω γνάθου, μετά την εφαρμογή της στο στόμα του ασθενούς.



Εικόνα 4. Προσκόλληση και αποκομιδή της *C.albicans* του απογραφκτήρα ολικής οδοντοστοιχίας της άνω γνάθου που αναπροσαρμόστηκε με μόνιμο σιλικονούχο μαλακό επιστρώμα.



Εικόνα 5. Αποχρωματισμός και σταδιακή αποδόμηση στα όρια του μόνιμου σιλικονούχου μαλακού επιστρώματος μετά την προσκόλληση, τον πολλαπλασιασμό και αποκομιδή του ζυμομύκητα *C.albicans*.

κάποια μειονεκτήματα που θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την κλινική εφαρμογή τους. Τα κυριότερα αφορούν στην αποκόλλησή τους από τη βάση των οδοντοστοιχιών, στην προσκόλληση και στον αποικισμό μικροοργανισμών της χλωρίδας του στόματος σε αυτά, με τα γνωστά δυσμενή προαναφερθέντα αποτελέσματα (εικ.4, 5).<sup>29</sup>

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να διερευνηθεί ο μηχανισμός προσκόλλησης του ζυμομύκητα *C.albicans* σε μόνιμα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα για χρήση στο οδοντιατρείο, καθώς και να μελετηθεί ο αποικισμός της στα υλικά αυτά.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Για τις ανάγκες της βιβλιογραφικής ανασκόπησης έγινε έρευνα με τη βοήθεια δύο ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων (Pub med: <http://www.pub-med.com> και Cochrane Library: <http://www.interscience.wiley.com>), για το χρονικό διάστημα μέχρι και το 2012. Οι λέξεις-κλειδιά (key words) που χρησιμοποιήθηκαν στη φάση αναζήτησης ήταν: soft denture liners, polysiloxane liners, soft denture lining materials, resilient denture lining materials, long term denture liners, permanent silicone-based soft liners, silicone-based long term soft liners, auto polymerizing soft denture liners, *C.albicans*, fungal growth, adherence, penetration, denture stomatitis.

Οι περιορισμοί που εισήχθησαν ήταν:

- Γλώσσα: Αγγλική (English), Γαλλική (French), Γερμανική (German), Ελληνική (Greek).
- Περιοδικά: Οδοντιατρικά (Dental Journals).
- Αντικείμενο μελέτης: Άνθρωποι και ζώα (Humans, Animals).
- Είδος μελέτης: Κλινική μελέτη (Clinical trials), Τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (Randomized controlled trials), Ανασκόπηση (Reviews), Συστηματική ανασκόπηση (Systematic Reviews), Συγκριτική μελέτη (Comparative studies), Κλασικά άρθρα (Classical articles), Κλινική δοκιμή με ομάδα ελέγχου (Controlled clinical trials), Μελέτη αξιολόγησης (Evaluation studies), Εργαστηριακή μελέτη (Laboratory tests).

Από την αρχική συλλογή 373 άρθρων μέσω των δύο ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν 78 άρθρα για τελική επεξεργασία, από τα οποία 26 αφορούσαν μόνιμα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (πίν.1)

Τα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία απορρίφθηκαν άρθρα ήταν:

- Η μη λεπτομερής περιγραφή του υλικού και

| Συγγραφείς-Ετος δημοσίευσης | Τύπος Μελέτης                                                | Υλικό                                                                                                                                                                                                | Είδος-Μέθοδος Δειγμάτων                                                                                                                                 | Παρατηρητής Χρόνος | Δοκιμασία                                                                                                                                                                                                                                         | Αποτελέσματα                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wright et al (1985)         | Κλινική δοκιμή με ομάδα ελέγχου                              | Εν θερμό πολυμεριζόμενο οδοντογόνο μαλακό επίστρωμα (Molloplast-B). Προσφυρικό οδοντοκόμμο μαλακό επίστρωμα (Visco-Gel)                                                                              | 53 ασθενείς                                                                                                                                             | 24 ώρες/37°C       | Τοποθέτηση στην οδοντολογική επιφάνεια οδοντοστοιχιών της κάτω γνάθου                                                                                                                                                                             | - Στο 66% των οδοντοστοιχιών προσκολλήθηκε <i>C. albicans</i> (70% άνδρες/ 53% γυναίκες).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Burns et al (1987)          | Εργαστηριακή μελέτη                                          | Penal Soft, Softec-49 (Kerr-Sybron, Inc. Romulus, Mich), εν θερμό πολυμεριζόμενο οδοντογόνο μαλακό επίστρωμα (Molloplast-B)                                                                          | 3 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε υλικό                                                                                                   |                    | Εμφανίστηκαν σε 6/10 δοκίμια και δοκίμια της Candida albicans ATCC 44506: επίθεση για 8 εβδομάδες                                                                                                                                                 | -Όλα τα υλικά ενισχύουν την ανάπτυξη της <i>C. albicans</i> in vitro.<br>-Το Penal Soft εμφάνισε στατιστικά σημαντικά υψηλότερες ποσότητες <i>C. albicans</i> .                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Okita et al (1991)          | Συνθετική μελέτη (κλινική και εργαστηριακή) με ομάδα ελέγχου | Εν θερμό πολυμεριζόμενο οδοντογόνο μαλακό επίστρωμα (Molloplast-B), προσφυρικό οδοντοκόμμο μαλακό επίστρωμα (Coc Comfort, C.C. Soft-Liner, Kerr-Fitt, Visco-gel), Ακρυλική ρητίνη (Futur Acryl 2000) | 4 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από από κάθε υλικό/2 προσφυρικό οδοντοκόμμο μαλακό επίστρωμα στις εσωτερικές επιφάνειες 3 οδόντων της άνω γνάθου | 24 ώρες/37°C       | Εμβολιασμός αποικιών της <i>C. albicans</i> (ATCC 24433) και επίθεση δοκιμίων των υλικών για 24 ώρες στους 37°C. Τοποθέτηση 2 προσφυρικών οδοντοκόμμο μαλακών επίστρωμάτων στην κοκκίστρα επιφάνεια οδόντων άνω γνάθου σε 3 οδόντες για 14 ημέρες | In vivo παρατηρήθηκε έντονη προσκόλληση και αποικισμός της <i>C. albicans</i> των προσφυρικών οδοντοκόμμο μαλακών επίστρωμάτων.<br>-In vitro παρατηρήθηκε επίθεση σε όλα τα υλικά έντονη προσκόλληση και αποικισμός της <i>C. albicans</i>                                                                                                                                                                                 |
| Verran and Maryan (1997)    | Εργαστηριακή μελέτη                                          | Εν θερμό πολυμεριζόμενο οδοντογόνο μαλακό επίστρωμα (Silskin, Maxillofacial material)                                                                                                                | 10 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro                                                                                                                 | 24 ώρες            | -Ανάλυση της επιφανειακής αδρότητας των δοκιμίων<br>-Εμβολιασμός αποικιών της <i>C. albicans</i> (GDH 2346) και επίθεση δοκιμίων των υλικών για 24 ώρες στους 37°C.                                                                               | - Δεν υπήρχε στατιστική σημαντική διαφορά στον αριθμό των εμβολιασμένων της <i>C. albicans</i> στις λείες επιφάνειες δοκιμίων οδοντοκόμμο και οδοντοκόμμο.<br>-Υπήρχε στατιστική σημαντική διαφορά στον αριθμό των εμβολιασμένων της <i>C. albicans</i> που προσκολλήθηκαν στις λείες επιφάνειες των δοκιμίων οδοντοκόμμο και οδοντοκόμμο σε σχέση με τους εμβολιασμούς που προσκολλήθηκαν σε δοκίμια με λείες επιφάνειες. |

| Συγγραφέας-<br>Έτος δημοσίευσης | Τύπος Μελέτης          | Υλικό                                                                                                                                                                                                                                                            | Είδος Μέγεθος<br>δυσώματος                                  | Παρατηρητής-<br>Χρόνος | Δοκιμιαστά                                                                                                                                                                                                                                                         | Αποτελέσματα                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Waters et al<br>(1997)          | Εργαστηριακή<br>μελέτη | Εν θερμό<br>πολυμερίζμενο<br>σιλικονούχο<br>μαλακό επίστρωμα<br>(Molloplast-B), 2<br>παραμορφωμένα<br>αυτο-<br>πολυμερίζμενα<br>σιλικονούχα μαλακά<br>επίστρωματα, εν<br>θερμό πολυμερίζμενη<br>ακρυλική ρητίνη<br>(Trenalon).                                   | 10 δοκίμια που<br>κατασκευάστηκαν in<br>vitro               | 24 ώρες                | -Εμβολιασμός αποικιών<br>της <i>C. albicans</i> (GRI<br>681, CDH 667, CDH<br>674) και επίδοση<br>δοκιμίων των υλικών για<br>24 ώρες σε θερμοκρασία<br>δωματίου.<br>-Επίδοση δοκιμίων για<br>30 λεπτά σε ανάρθρη στη<br>ποσότητα σπύρου σε<br>θερμοκρασία δωματίου. | -Η προσκόλληση της <i>C. albicans</i> στα<br>2 παραμορφωμένα αυτο-πολυμερίζμενα<br>σιλικονούχα μαλακά επίστρωματα ήταν<br>στατιστικά σημαντικά μικρότερη σε σχέση<br>με το εν θερμό πολυμερίζμενο σιλικονούχο<br>μαλακό επίστρωμα και την εν θερμό<br>πολυμερίζμενη ακρυλική ρητίνη. |
| Wright et al<br>(1998)          | Εργαστηριακή<br>μελέτη | Προσφωμένο σιλικονικό<br>μαλακό επίστρωμα<br>(Coe-Supersorb), εν<br>θερμό πολυμερίζμενη<br>πολυμεριστική<br>(Νοτιν), παραμορφωμένο<br>σιλικονούχο<br>αυτο-πολυμερίζμενο<br>σιλικονούχο<br>μαλακό επίστρωμα,<br>παραμορφωμένο<br>σιλικονούχο μαλακό<br>επίστρωμα. | 1 δοκίμιο που<br>κατασκευάστηκε in<br>vitro από κάθε υλικό  | 7 ημέρες               | -Εμβολιασμός αποικιών<br>της <i>C. albicans</i><br>(ATCC) 24433, <i>C.</i><br><i>troglodytes</i> (ATCC) 750,<br><i>Isaachnebia ocellalis</i><br>ATCC 6558 και επίδοση<br>δοκιμίων των υλικών<br>για 1 εβδομάδα σε<br>θερμοκρασία δωματίου                          | - Αναστολή ανάπτυξης των<br>μυκοοργανισμών παρατηρήθηκε σε<br>2 παραμορφωμένα σιλικονούχα μαλακά<br>επίστρωματα                                                                                                                                                                      |
| Radford et al<br>(1998)         | Εργαστηριακή<br>μελέτη | Εν θερμό<br>πολυμερίζμενο<br>σιλικονούχο<br>μαλακό επίστρωμα<br>(Molloplast-B), εν<br>θερμό πολυμερίζμενη<br>πολυμεριστική<br>(Novus)                                                                                                                            | 8 δοκίμια που<br>κατασκευάστηκαν in<br>vitro από κάθε υλικό | 6-8 ημέρες             | -Αύξηση της<br>επιφανειακής<br>αφρότητας με χρήση<br>παραμορφωμένων<br>κοπτικών εργαλείων.<br>-Εμβολιασμός αποικιών<br>της <i>C. albicans</i> και<br>επίδοση δοκιμίων των<br>υλικών για 24 ώρες<br>στους 37°C                                                      | -Η αύξηση της επιφανειακής αφρότητας<br>μαλακών επιφανειών σε βότρες<br>οδοντοστοιχών ενόχλησε την προσκόλληση<br>της <i>C. albicans</i> .<br>- Τα μαλακά επίστρωματα είναι πιο ευαπλά<br>στη μηχανική προσκόλληση σε σχέση<br>με την εν θερμό πολυμερίζμενη ακρυλική<br>ρητίνη.     |

| Συγγραφέας-Ετος δημοσίευσης | Τίτλος Μελέτης                       | Υλικό                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Είδος-Μέγεθος δείγματος                                | Παρατηρήσεις-Χρόνος                  | Δοκιμασία                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Αποτελέσματα                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nikawa et al (2003)         | Εργαστηριακή μελέτη με ομάδα ελέγχου | 3 Auto-πολυμεριζόμενα σιλανονόχα μελικά επιστρώματα (Molloplast-B, Evotouch, Tokuyama Soft Relining, 2 Auto-πολυμεριζόμενα σφονδύλια μελικά επιστρώματα (Soften, Nissin Soft Reverse), 1 Ev Θερμά πολυμεριζόμενο σιλανονόχο μελικό επιστρώμα (Molloplast-B), 1 Ev θερμά πολυμεριζόμενο φθορο-πολυμερές (Kurepet, Dought) | 27 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε υλικό | 150 ώρες                             | -Εμβολιασμός αποικιών της <i>C. albicans</i> (IFO 1385), κώλυση με οξύ που συλλεχθήκε από 5 ανθρώπινους δόντες και επώθηση δοκιμίων των υλικών για 24 ώρες στους 37°C - Τα δοκίμια της ομάδας ελέγχου (μη θερμολυσιζήμενα) καλύφθηκαν με αποστειρωμένο νερό.                               | -Τα δοκίμια της ομάδας ελέγχου που αφορούσαν το εν θερμά πολυμεριζόμενο σιλανονόχο μελικό επιστρώμα και στο εν θερμά πολυμεριζόμενο φθορο-πολυμερές παρουσίασαν πιο έντονη αντιμικροβιακή δραστηριότητα. Όσο αφορά στα δοκίμια των σφονδύλιων μελικών επιστρώσεων παρατηρήθηκε μικρότερη αντιμικροβιακή δραστηριότητα.<br>-Τα θερμολυσιζόμενα δοκίμια εμφάνισαν έντονη αντιμικροβιακή δραστηριότητα.<br>-Παρατηρήθηκε ότι η γρήνση και η βιολογική στείρωση του ορού του οδοντού των δοντών παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της <i>C. albicans</i> στα μελικά επιστρώματα. |
| Price et al (2002)          | Εργαστηριακή μελέτη                  | Παραματικό υλικό (γύψος) τροποποιημένη εν ψυχρώ πολυμεριζόμενη σιλανονή                                                                                                                                                                                                                                                  | 5 ομάδες από 3 δοκίμια η κάθε ομάδα                    | -Μετρήσεις σε 24 ώρες και 1 εβδομάδα | -Χημική τροποποίηση των επανεισών των υλικών με βορβορικό οξύ<br>-Εμβολίαση σε δείγματα σιλανίου και ελέγχος σε φασματοσκοπικό ιονισμό                                                                                                                                                     | -Εκτεταμένη αντιστοίχη προσκόλλησης της <i>C. albicans</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nikawa et al (2003)         | Εργαστηριακή μελέτη                  | Εν-Θερμά πολυμεριζόμενο σιλανονόχο μελικό επιστρώμα (Molloplast-B), Auto-πολυμεριζόμενα σιλανονόχα μελικά επιστρώματα (Molloplast-B, Evotouch, Tokuyama Soft Relining, GC Reline Soft), Auto-πολυμεριζόμενα σφονδύλια μελικά επιστρώματα (Soften, Nissin Soft Reverse)                                                   | 11 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε υλικό | 180 ημέρες                           | -Εμβολιασμός των δοκιμίων με αποικίες της <i>C. albicans</i> (IFO 1385) και κώλυση για 96 ώρες στους 37°C.<br>-Εμβόλιση των δοκιμίων για 180 ημέρες σε 3 ημερησία διάβρωση καθιστούσε δία για οδύγες (Αλκαλικό υπεροξείδιο, οξείδιο υπεροξείδιο με ένζυμα, ένζυμα) και μέτρηση του pH τους | -Ο σχηματισμός μικροβιακών ημενών εδαφάται από τον συνδυασμό μελικών επιστρώματος και φθοροσυστατικών.<br>-Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αποικισμό της <i>C. albicans</i> με την αύξηση της επανεισώσεως αφορτήσεως των δοκιμίων.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| Συγγραφέας<br>Έτος δημοσίευσης | Τύπος Μελέτης                   | Υλικό                                                                                                                                                                                                                                                                             | Είδος-Μέγεθος<br>δελτίου                                   | Παρατηρήσεις-<br>Χρόνος | Δοκιμάσια                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Αποτελέσματα                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Naidu et al<br>(2006)          | Τυχασιοποιημένη<br>κλίση μελέτη | Εν θερμώ<br>πολυμερ-ζυμένο<br>σκληρυντικό<br>μαλακό επιτραπέζιο<br>(Molloplast B), 3<br>Αυτο-πολυμερ-ζυμένα<br>σκληρυντικά μαλακά<br>επιτραπέζια (GC<br>Reline Soft, Siluxgum<br>Comfort, Molloplast).                                                                            | 33 οδοντοκλινικές<br>αφίστηδες (15<br>γυναίκες/18 άνδρες). | 12 μήνες                | -Διαιρούμενα χρώση<br>2 χιλιοστών στις<br>εσωτερικές επιφάνειες<br>των οδοντοστοιχιών και<br>τοποθέτηση των οδών<br>σύνδεσμων με τις οδόντες<br>των κατωκερατοστών.                                                                                                                                                                                                          | -Το Molloplast plus και το Molloplast-B<br>εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη<br>μικροβιακή αποικιοποίηση συγκριτικά με τα<br>υπόλοιπα υλικά.<br>Η αύξηση του μικροβιακού αποικισμού<br>ήρθε εντονότερη μετά τους πρώτους 6<br>μήνες.                                                                                                      |
| Boscolo et al<br>(2009)        | Τυχασιοποιημένη<br>κλίση μελέτη | Αυτο-πολυμερ-ζυμένο<br>σκληρυντικό<br>μαλακό επιτραπέζιο<br>(Quickline)                                                                                                                                                                                                           | 20 ασθενείς σε 2 ομάδες                                    | 6 εβδομάδες             | -Τοποθέτηση στην<br>εσωτερική επιφάνεια<br>οδοντοστοιχιών της<br>κάτω γνάθου. Για την 1 <sup>η</sup><br>ομάδα, καθαρισμός οδών<br>χωρίς καθήκοντα με οδοντο-<br>βούρτσα + οδοντόμαζα<br>για τη 2 <sup>η</sup> ομάδα η ίδια +<br>καθαρισμός επιπλέον σε<br>εναλλακτικές δίοτες 0,5<br>% για 20 λεπτά 1 φορά<br>εβδομάδα.<br>-Ελέγχος με τη χρήση<br>νεφροσκοπικού φωτογράφου. | -Στην 1 <sup>η</sup> ομάδα παρατηρήθηκαν οι<br>μικρότερες μέσες τιμές της C. albicans σε<br>σχέση με τη 2 <sup>η</sup> ομάδα. Υπήρχε στατιστικά<br>σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα.<br>-Την 6 <sup>η</sup> εβδομάδα παρατηρήθηκαν<br>στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες μέσες<br>τιμές C. albicans σε σχέση με το υπόλοιπο<br>χρονικό διάστημα. |
| Bathore et al<br>(2009)        | Εγναστική<br>μελέτη             | Αυτο-πολυμερ-ζυμένο<br>σκληρυντικό μαλακό<br>επιτραπέζιο (GC<br>Reline Extra Soft)<br>και ποσότητα με<br>αντιμικροβιακή δράση<br>(CaSO <sub>4</sub> , CuSO <sub>4</sub> ,<br>+ Borax, CuSO <sub>4</sub><br>and Chlorhexidine,<br>CaSO <sub>4</sub> + Borax and<br>Chlorhexidine). | 135 δοκίμια                                                | 3 ημέρες                | -Εμφύτευση των<br>δοκιμίων με ακτίνα<br>της C. albicans<br>(ATCC 24433) και<br>επίθεση για 24 και 72<br>ώρες στους 37° C.                                                                                                                                                                                                                                                    | -Στα δοκίμια των μαλακών επιτραπέζιων<br>που προστέθηκε CuSO <sub>4</sub> , παρατηρήθηκε<br>η μεγαλύτερη μείωση της αντοχής των<br>μικροοργανισμών (MIZ).<br>-Η χλωριδίνη έδειξε την μικρότερη<br>αντιμικροβιακή δράση.                                                                                                                          |

| Συγγραφέας-Ετος δημοσίευσης | Τύπος Μελέτης                   | Υλικά                                                                                                                                                                      | Είδος-Μέγεθος δείγματος                                                        | Παρατηρητής-Χρόνος                                                                              | Δοκιμασία                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Αποτελέσματα                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurtalinas et al (2010)     | Εργαστηριακή μελέτη             | 3 Άνδρο-πολυμερίζοντα σιλικονένια μελικά επιστρώματα (Versital VST-30, Versital VST-50, Versital VST-50E, γυαθοπροστατικά υλικά)                                           | 16 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε υλικό                         | 2 ώρες                                                                                          | -Επίθεση δοκιμίων σε μέγιστο πενήντο επίλοι ή ρητικών ποφύσεων που περιλαμβάνουν σπασίτες της <i>C. albicans</i> (ATCC 60193) για 2 ώρες στους 37°C.                                                                                                                                                        | -Τα δοκίμια που κατασκευάστηκαν από αντο-πολυμερίζοντα σιλικονένια μελικά επιστρώματα (Versital VST-30, Versital VST-50, Versital VST-50E) εμφάνισαν τη μικρότερη προσκόλληση σποριών της <i>C. albicans</i> στο στέλεχος και στις ρεσινικές εκκρίσεις.                                                                                                              |
| Rodger et al (2010)         | Εργαστηριακή μελέτη             | 5 Χημικά προποτισμένα εκδόχες περιβαλλόντες βινυλοπολυοξιδιάνης, αντο-πολυμερίζοντο σιλικονένιο γυαθοπροστατικό υλικό (EpiSil E).                                          | 5 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε περιβαλλόντι εκδόχη του υλικού | 8 ημέρες                                                                                        | -Εμβολισμός των δοκιμίων με σπασίτες της <i>C. albicans</i> (GDH 2346) και επώση για 72 ώρες στους 37°C.                                                                                                                                                                                                    | -Η επίθεση της περιεκτικότητας σε ενοστικές σπασίτες (filler) οδήγησε σε περιορισμό του αποικισμού και της διείσδυσης των σποριών της <i>C. albicans</i> στο εσωτερικό του υλικού των δοκιμίων.                                                                                                                                                                      |
| Mudlay et al (2010)         | Εργαστηριακή και κλινική μελέτη | 3 Άνδρο-πολυμερίζοντα σιλικονένια επιστρώματα (GC Reline Soft, Mollosil plus, Sllangum AM confort), 1 Ερ-βερμα πολυμερίζοντο σιλικονένιο μελικά επιστρώματα (Moltoplast-B) | -6 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε υλικό<br>-14 ασθενείς         | -in vitro: 48 ώρες επίθεση δοκιμίων στους 37°C<br>-in vivo: 1 χρόνος στις εσωτερικές επιφάνειες | -Εμβολισμός των δοκιμίων με 3 σπασίτες της <i>C. albicans</i> (CCUG 19915, 101P και 98) και επώση για 48 ώρες στους 37°C.<br>-Τοποθέτηση μελάνιων επιστρώσεων 1cm <sup>2</sup> στην εσωτερική επιφάνεια των οδοντοτοχών, ασθενών της άνω γνάθου για 1 χρόνο και συλλογή δείγματος με αποστειρωμένο βαμβάκι. | -Υπήρχε στατιστικά σημαντική μείωση των προσκολλημένων μικροοργανισμών in vitro, σε σχέση με τις οδοντοστοιχίες των υπο εξέταση ασθενών.<br>-Το in vivo βιομείνιο που μελετήθηκε στα υλικά που τοποθετήθηκαν στις εσωτερικές επιφάνειες των οδοντοστοιχιών ήταν μελικά επιστρώματα από πολυμερίζοντα σιλικονένια σε σχέση με το βιομείνιο των εργατηριακών δοκιμίων. |

| Συγγραφέας-Ετος δημοσίευσης | Τύπος Μελέτης       | Υλικά                                                                                                                              | Είδος-Μέγεθος δείγματος                                                                                | Παρατηρήσεις-Χρόνος | Δοκιμασία                                                                                                                                                                                                                                                      | Αποτελέσματα                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vural et al (2010)          | Εργαστηριακή μελέτη | Προσφιλές αυτο-πολυμερίζονο ακρυλικό μαλακό επιστρώμα (Visco Gel). Εν θερμώ πολυμερίζονο ακρυλικού μαλακό επιστρώμα (Molloplast-B) | 16 δοκίμια που κατασκευάστηκαν in vitro από κάθε υλικό (8 δοκίμια σε 2 ομάδες διαφορετικών αδρότητων). | 24 ώρες             | -Εμβολιασμός των δοκιμών με αποικίες της <i>C. albicans</i> (ATCC 60193) και επώση για 24 ώρες στους 37°C. Μελέτη των δερμάτων με οπτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.                                                                                          | -Η επιφανειακή αδρότητα του προσφιλούς αυτο-πολυμερίζονου ακρυλικού μαλακού επιστρώματος (Visco Gel), ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από το εν θερμώ πολυμερίζονο ακρυλικού μαλακό επιστρώμα (Molloplast-B).<br>-Η προσκόλληση των αποικιών της <i>C. albicans</i> τόσο στο πάδιό από και στα ριγικά ενσώματα ήταν μεγαλύτερη στα δοκίμια που κατασκευάστηκαν από Visco Gel σε σχέση με αυτά που κατασκευάστηκαν από Molloplast-B. |
| Chlaidis et al (2011)       | Εργαστηριακή μελέτη | Αυτο-πολυμερίζονο ακρυλικού μαλακό επιστρώμα (Uigel SC)                                                                            | 7 δοκίμια                                                                                              | 48 ώρες             | -Εμβόλιση δοκιμών σε κολλοειδές δίκτυο με ναυστοματίδια σπέρου διαφόρων συγκεντρώσεων.<br>-Εμβολιασμός αποικιών της <i>C. albicans</i> και επώση στους 37°C.<br>-Εμβάπτιση των σε δίσκο Sabouraud και επώση για 48 ώρες και έλεγχο σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. | -Η in vitro αντιμικροβιακή δράση των ναυστοματίδιων σπέρου κυμαινόταν μεταξύ 16-52 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Hahnel et al (2012)         | Εργαστηριακή μελέτη | 4Αυτο-πολυμερίζονα οδοντογύα μαλακά επιστρώματα (Uigel SC, GC Reine Soft, Silangum comfort, Micropten soft)                        | 112 δοκίμια για κάθε υλικό κατασκευάστηκαν in vitro                                                    |                     | -Εμβολιασμός των δοκιμών με αποικίες της <i>C. albicans</i> (ATCC 10231) και επώση για 24 ώρες στους 37°C.<br>-Χρήση διαφορετικών αντιμικροβιακών καθαριστικών πρετοκάλων                                                                                      | -Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη δημιουργία βιοφίλμ και στην επώση των 4 αυτο-πολυμερίζονων οδοντογύα μαλακών επιστρώματων.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

- της μεθόδου.
- Μελέτες υλικών που δεν είναι εμπορικά διαθέσιμα.
- Περιλήψεις άρθρων και σύντομα άρθρα.

#### ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΥ

Πάνω από δύο δεκαετίες (1965-1980), πραγματοποιήθηκαν πρόδρομες εργαστηριακές αλλά και κλινικές ερευνητικές προσπάθειες που σκοπό είχαν να συσχετίσουν τα εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα (Molloplast B και Silastic 390) με την προσκόλληση μικροβίων, χωρίς όμως να έχουν προσδιορίσει την ποσότητα των μικροοργανισμών.<sup>30-35</sup> Πρώτοι οι Allison & Douglas<sup>34</sup> και Douglas<sup>35</sup> παρατήρησαν in vivo ότι τα μαλακά επιστρώματα αποικίζονται με ιδιαίτερη ευκολία από διάφορα στελέχη της *C.albicans*, επιβεβαιώνοντας προηγούμενες προσπάθειες, και σχηματίζουν παχύτερο στρώμα πλάκας σε σχέση με τις επιφάνειες εν θερμώ πολυμεριζόμενου ακρυλικού οδοντοστοιχιών.<sup>31-33</sup> Τα αποτελέσματα των κλινικών μελετών ήρθαν να ενισχύσουν οι Makila & Hopsu-Havu και οι Makila & Osmo Hanika το 1977 και 1979 αντίστοιχα, όταν βρήκαν υψηλά ποσοστά του ζυμομύκητα *C.albicans* σε σιλικονούχο εν θερμώ μαλακό επίστρωμα (Molloplast B), τοποθετημένο σε οδοντοστοιχίες της άνω γνάθου.<sup>36,37</sup>

Ο Wright το 1980 πραγματοποίησε την πρώτη εργαστηριακή μελέτη προσκόλλησης της *C.albicans* σε αυτο-πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα, με αμφίβολα αποτελέσματα.<sup>38</sup> Η πρώτη κλινική μελέτη με σημαντικό δείγμα ασθενών ανήκει πάλι στους Wright & συν. 5 χρόνια αργότερα. Σε 53 οδοντοστοιχίες ισάριθμων ολικά νωδών ασθενών τοποθετήθηκαν μαλακά επιστρώματα (μόνιμα σιλικονούχα εν θερμώ πολυμεριζόμενα και ακρυλικά προσωρινά εν ψυχρώ πολυμεριζό-

μενα) και μελετήθηκε ο αποικισμός μικροοργανισμών στις επιφάνειες αυτών. Μετά από 5 χρόνια επανεξετάστηκαν οι ασθενείς και παρατηρήθηκε ότι το 66 % των οδοντοστοιχιών είχε αποικιστεί από μικροοργανισμούς της *C.albicans*.<sup>39</sup>

Πρόσθετες πληροφορίες μακροσκοπικά δόθηκαν αργότερα από τους Nikawa & συν.<sup>40</sup> ερμηνεύοντας το πρώτο βήμα αποικισμού που αποτελεί η προσκόλληση της *C.albicans* σε στερεές επιφάνειες, όπως της ακρυλικής ρητίνης και των μαλακών επιστρωμάτων. Πρόδρομη έρευνα υποστήριξε ότι η παρουσία των ζυμομυκήτων είναι ανεξάρτητη από τη δομή της επιφάνειας του επιστρώματος.<sup>39</sup> Αντίθετα, τη δεκαετία του '90, in vitro μελέτες από αρκετούς ερευνητές κατέδειξαν ότι τα μαλακά επιστρώματα είναι πιο ευπαθή στη μικροβιακή προσκόλληση, σε σχέση με την εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη.<sup>41-44</sup> Αναλύοντας τις ιδιότητες των υλικών αυτών και ιδιαίτερα των επιφανειών των προσθετικών επιστρωμάτων, παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της αδρότητας των υλικών ενισχύει την προσκόλληση μικροοργανισμών.<sup>13,43-46</sup> Οι χαμηλές τιμές επιφανειακής τραχύτητας των εν θερμώ πολυμεριζόμενων μαλακών επιστρωμάτων σε σχέση με τα εν ψυχρώ πολυμεριζόμενα συνηγορούν στην επιλογή τους ως υλικών εκλογής.<sup>16,45-48</sup> Αντίθετα, ο μηχανισμός δράσης της *C.albicans* βασίζεται στο θερμοδυναμικό φαινόμενο προσκόλλησης, καθορίζεται από την ελεύθερη επιφανειακή ενέργεια των μικροοργανισμών και των στερεών επιφανειών και πραγματοποιείται σε 2 στάδια.<sup>16</sup> Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις, μη ειδικές και αντιστρέψιμες. Οι ζυμομύκητες πλησιάζουν με τυχαία κίνηση (κίνηση Brown), με παθητική διάχυση διαμέσου της φυσιολογικής ροής του σάλιου στο οποίο είναι διαλυμένοι ή μέσω ενεργητικής μεταφοράς προς την επιφάνεια του υλικού.<sup>16,49-53</sup> Κατά την αρχική προσκόλλη-

σμό, λιγότερο όμως από την παρουσία του σάλιου.<sup>15,16,48</sup>

Αντίθετα, κάποιοι άλλοι ερευνητές έδειξαν ότι η εμφάνιση ακρυλικών δειγμάτων με ζυμομύκητες σε σάλιο μειώνει την αρχική προσκόλληση της *C. albicans* στο ακρυλικό των οδοντοστοιχιών, καθώς και ότι η παρουσία της IgA τείνει να αναστείλει την προσκόλλησή της στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου.<sup>57-60</sup>

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα μόνιμα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα για οδοντοστοιχίες αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της προσθετικής θεραπείας. Στην καθημερινή κλινική πράξη υπάρχει μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων εμπορικών σκευασμάτων και, παρότι χρησιμοποιούνται αρκετά χρόνια, η γνώση των ιδιοτήτων τους είναι περιορισμένη.

Η άθροιση μικροβιακής πλάκας στις επιφάνειες των μαλακών επιστρωμάτων, αλλά και του ακρυλικού των οδοντοστοιχιών, δύναται να προκαλέσει μια σειρά ανεπιθύμητων συμβαμάτων, από την αλλοίωση της αισθητικής των οδοντοστοιχιών και την κακοσμία, μέχρι σοβαρές νοσολογικές οντότητες, τοπικές όπως η στοματίτιδα από οδοντοστοιχίες, αλλά και γενικές που μπορεί να οδηγήσουν μέχρι και στην πνευμονία. Οι συνθήκες αυτές μπορούν να αποτελέσουν ιδιαίτερο κίνδυνο για τη γενική υγεία των ασθενών και κυρίως των ηλικιωμένων.<sup>61</sup>

Οι πρώτες μελέτες των υλικών αυτών, που παρουσιάστηκαν τη δεκαετία του 1970 και περιλάμβαναν ένα εν θερμώ πολυμεριζόμενο μόνιμο σιλικονούχο μαλακό επιστρώμα (Molloplast B, Detax) έδωσαν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Σύμφωνα με τους Makila & συν. ο πολυμερισμός του υλικού αυτού έδειξε πλήρη αναστολή ανάπτυξης της *C. albicans*.<sup>14</sup> Η αιτιολογική θεώρηση του φαινομένου αποδόθηκε στο γεγονός ότι ο ενεργοποιητής πολυμερισμού (γ-metha-

cryloxypropyltrimethoxysilane) απενεργοποιείται μετά τη διασταύρωση του πολυμερούς.<sup>15,69</sup>

Αντίθετα, την ίδια εποχή αναφέρθηκαν αποτελέσματα μελέτης όπου δεν παρατηρήθηκε αναστολή του αποικισμού των υλικών τους από το ζυμομύκητα *C. albicans*.<sup>33</sup> Η άποψη αυτή ενισχύθηκε, καθώς σε *in vitro* μελέτες που πραγματοποιήσε ο Davenport σημειώθηκε μεγαλύτερος αποικισμός της εσωτερικής επιφάνειας των οδοντοστοιχιών της άνω γνάθου.<sup>9</sup>

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, οι Neu & συν. παρουσίασαν τα αποτελέσματα μελέτης του μηχανισμού αποίκησης και καταστροφής σιλικονούχων επιστρωμάτων από το ζυμομύκητα *C. albicans* με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (SEM). Αναφέρουν ότι η μηχανική καταστροφή που προκαλεί ο μικροοργανισμός της *Candida* προέρχεται από την πίεση που ασκούν τα βλαστοσπόρια (turgor pressure) και τη διείσδυση των ψευδοψύων στο εσωτερικό του υλικού. Παράλληλα, οι ψευδοψύες προκαλούν και χημική καταστροφή του υλικού από την έκκριση εξωκυττάρων ενζύμων όπως τα εξωένζυμα, τα οποία συμμετέχουν σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και υδρόλυση.<sup>62</sup>

Ένα χρόνο αργότερα σε ταυτόχρονη *in vitro* και *in vivo* μελέτη των Okita & συν. παρατηρήθηκε ότι τα επίπεδα αποικισμού του ζυμομύκητα *C. albicans* στην επιφάνεια του ακρυλικού της οδοντοστοιχίας ήταν μικρότερα, σε σχέση με τον αποικισμό του ίδιου μικροοργανισμού σε εν θερμώ μόνιμο μαλακό επιστρώμα (Molloplast B) και σε προσωρινά μαλακά επιστρώματα.<sup>41</sup>

Το 2004 οι Bulad & συν. ανέφεραν τα αποτελέσματα μιας *in vitro* μελέτης που περιελάμβανε 5 μόνιμα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα και ένα μόνιμο ακρυλικό επιστρώμα και παρατήρησαν ότι όλα τα υλικά αποικίστηκαν και δέχθηκαν διείσδυση από μικροοργανισμούς της *C. Albicans*.<sup>13</sup>

Σημαντική πρόοδος αποτέλεσε μια σειρά

αναδρομικών κλινικών μελετών των Mutluay & συν. το 2008 και 2010, που κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ανεξάρτητα με το υλικό του επιστρώματος όλες οι επιφάνειες των υλικών που τοποθετήθηκαν στις οδοντοστοιχίες των ασθενών καλύπτονται με μικροβιακή πλάκα, και μάλιστα τα χαρακτηριστικά του μικροβιακού φορτίου από ζυμομύκητες σε ασθενείς με μαλακά επιστρώματα είναι συγκρίσιμα με αυτών που φέρουν συμβατικές οδοντοστοιχίες.<sup>58,63</sup>

Οι πλέον σημαντικές προσπάθειες που έγιναν για τον έλεγχο του αποικισμού των ΜΣΜΕ από τους μικροοργανισμούς του στόματος περιλαμβάνουν τον τρόπο καθαρισμού των οδοντοστοιχιών με μαλακά επιστρώματα. Ιδιαίτερη αναφορά αποτέλεσαν *in vitro* συγκριτικές μελέτες, σύμφωνα με τις οποίες επιβεβαιώνεται ότι αυτό ήταν γνωστό αρκετά χρόνια πριν. Ο συνδυαστικός τρόπος (μηχανική και χημική μέθοδος) καθαρισμού των οδοντοστοιχιών παίζει σημαντικό ρόλο στον περιορισμό σχηματισμού βιοϋμβινίου.<sup>14,64</sup>

Η χρήση αντιμικροβιακών διαλυμάτων στα μαλακά επιστρώματα εφαρμόστηκε ως ένας ακόμα τρόπος ελέγχου της αναστολής του αποικισμού με *C.albicans*. Οι αντιμικροβιακοί παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν κατηγοριοποιούνται σε καθαριστικά διαλύματα (αλκαλικά, υποχλωριώδη, υπεροξειδία, αραιά διαλύματα οξέων), αντισηπτικούς παράγοντες (γλυκονική χλωρεξιδίνη, σαλικυλικό νάτριο, θειικός χαλκός), διαλύματα αιθυλικής αλκοόλης και ένζυμα.<sup>8,22,65-67</sup> Τα αποτελέσματα της μελέτης των Hanhel & συν.,<sup>67</sup> που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητα των υποχλωριωδών διαλυμάτων, διαφόρων συγκεντρώσεων, στην απομάκρυνση του μικροβιακού υμνίου, έρχονται σε αντίθεση με τους Boscato & συν.,<sup>14</sup> που υπογραμμίζουν τη σημαντική αρνητική επίδραση των αντιμικροβιακών παραγόντων σε κλινικό επίπεδο. Η μελέτη τους

με χρήση μικροσκοπίου έδειξε ότι η βλαπτική τους δράση έγκειται στη δημιουργία ανώμαλης επιφάνειας του υλικού με αποτέλεσμα τη διευκόλυνση του αποικισμού των μικροοργανισμών.<sup>14,67</sup> Εναλλακτική μέθοδος αποτέλεσε η συσκευή μικροκυμάτων για 3min στα 500 Watt που δεν επηρέασε τη σκληρότητα του υλικού και την αντοχή του δεσμού μεταξύ των μαλακών επιστρωμάτων και της βάσης της οδοντοστοιχίας. Ο δεσμός αυτός είναι ισχυρότερος από την αντοχή του υλικού.<sup>68,69</sup> Συμπερασματικά, η μέθοδος αυτή αποδείχτηκε λιγότερο δραστική συγκριτικά με την απολύμανση σε αποσταγμένο υποχλωριώδες διάλυμα.<sup>11,14,21,41,66,67,70-73</sup>

Τα μη ενθαρρυντικά αποτελέσματα της χρήσης αντιμικροβιακών παραγόντων στην αναστολή του αποικισμού των μαλακών επιστρωμάτων από *C.albicans* έστρεψαν το ενδιαφέρον των ερευνητών στη χημική ενίσχυση της δομής των υλικών με την εμφάνισή τους σε κολλοειδές διάλυμα νανοσωματιδίων αργύρου (AgNP).<sup>12,73</sup> Αυτό είχε ως σκοπό τη δημιουργία βιο-υλικού μειωμένης συγγένειας με τα βλαστοκονίδια της *C.albicans*, και επομένως μειωμένης ικανότητας προσκόλλησης.<sup>12</sup> Στην εργασία αυτή τα δοκίμια μελετήθηκαν σε φασματοσκόπιο ιονισμού μετά την επιμόλυνσή τους με *C.albicans*. Τα αποτελέσματα έδειξαν την εκτεταμένη αναστολή προσκόλλησης του ζυμομύκητα, πιθανώς λόγω της δημιουργίας εμποδίου μεταξύ της επιφάνειας του υλικού και των βλαστοκονιδίων του ζυμομύκητα.<sup>12,74</sup> Τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν από αυτά της πιλοτικής *in vitro* μελέτης των Chladek & συν. σύμφωνα με την οποία η αντιμικροβιακή δράση των νανοσωματιδίων αργύρου κυμαινόταν μεταξύ 16-52 %.<sup>73</sup>

Σε νεότερες έρευνες αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε η ανεύρεση άλλων μεθόδων αναστολής του αποικισμού της *C.albicans* στα ΜΣΜΕ. Η κάλυψη των μαλακών επιστρω-

μάτων με βερνίκι οδοντοστοιχιών (denture surface light-curing sealant) in vivo, για την αναστολή του αποικισμού ζυμομυκήτων και βακτηρίων, είχε ενθαρρυντικά αποτελέσματα.<sup>13,41,75</sup>

Σύμφωνα με τους Pavan & συν.,<sup>65</sup> Hekimoglu & συν.,<sup>76</sup> τα εν θερμώ πολυμεριζόμενα σιλικονούχα μόνιμα μαλακά επιστρώματα εμφανίζουν μεγαλύτερη σκληρότητα στη δομή του υλικού σε σχέση με τα αυτοπολυμεριζόμενα μαλακά επιστρώματα, μετά την εμφάνιση δοκιμών του υλικού σε αντιμικροβιακά διαλύματα διαφορετικών αναλογιών ή τη χρήση συσκευής μικροκυμάτων, αναστέλλοντας τον αποικισμό της *C.albicans*. Η αύξηση της σκληρότητας σχετίζεται με τον μεγαλύτερο βαθμό διασταύρωσης του πολυμερούς, το βαθμό πολυμερισμού και το είδος των ενισχυτικών ουσιών (fillers).<sup>75</sup> Η μεγαλύτερη σκληρότητα παρατηρήθηκε σε εμφάνιση των δειγμάτων σε 2% διάλυμα γλουταραλδεϋδης για 10 λεπτά.<sup>67,77,78</sup>

Οι Sipahi & συν.<sup>74</sup> παρατήρησαν ότι οι επιφάνειες με χαμηλή ελεύθερη ενέργεια καθυστερούν την άθροιση μικροβιακής πλάκας, επηρεάζοντας στάδια όπως η σύνθεση και η ωρίμανσή της. Τα σιλικονούχα μαλακά επιστρώματα έχουν υψηλότερη ελεύθερη ενέργεια σε σχέση με την εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική

ρητίνη, με αποτέλεσμα να είναι πιο ευάλωτα στην άθροιση μικροβιακής πλάκας.<sup>68</sup> Άλλοι παράγοντες που αυξάνουν την προσκόλληση μικροοργανισμών στις επιφάνειες των υλικών αποτελούν η επιφανειακή τραχύτητα και οι συνθήκες που επικρατούν στη στοματική κοιλότητα.<sup>13,15,36,44-46,71</sup>

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Ο ζυμομύκητας *C.albicans* σχετίζεται έντονα με τη μικροβιακή πλάκα που εναποτίθεται στις επιφάνειες των οδοντοστοιχιών (denture plaque biofilm) και των ΜΣΜΕ και αποτελεί προδιαθετικό παράγοντα για την ανάπτυξη νοσολογικών εκδηλώσεων, όπως οι στοματίτιδες από οδοντοστοιχίες (denture-related stomatitis).
2. Τα ΜΣΜΕ αποτελούν πεδίο προσκόλλησης και αποικισμού των μικροβίων της στοματικής χλωρίδας, με μεγαλύτερη συχνότητα σε σχέση με την εν θερμώ πολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη των οδοντοστοιχιών.
3. Η χρήση αντιμικροβιακών παραγόντων στις επιφάνειες των ΜΣΜΕ δεν είχε τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Ο συνδυαστικός τρόπος (μηχανικός και χημικός) καθαρισμού των οδοντοστοιχιών αποτελεί τη μέθοδο εκλογής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

1. Douglass WC, Shih A, Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? *J Prosthet Dent* 2002; 87: 5-8.
2. Douglass WC, Watson AJ. Future needs for fixed and removable partial dentures in the United States. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 9-14.
3. Basker RM, Davenport JC. Prosthetic treatment of the edentulous patient, 4th ed. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2002: 275-284.
4. Craig RG. Restorative dental materials. 9th ed. St (MO): Mosby Inc; 2002: 143-149.
5. Soygun K, Bolayir G, Boztug A. Mechanical and thermal properties of polyamide versus reinforced PMMA denture base materials. *J Adv Prosthodont* 2013; 5: 153-160.
6. Van Noort R. Introduction to dental materials. 3rd ed. London: Mosby Elsevier; 2007: 223-225.
7. Δημητρίου Π, Ζήσης Α, Κερκαζής Η, Πολυζώης Γ, Σταύρακης Κ. Κινητή Προσθετική. Ολικές Οδοντοστοιχίες. 4η έκδ. Αθήνα: Μπενισέλ; 2001: 131-142.
8. Diwan R. Materials prescribed in the management of edentulous patients. In: Zarb G, Bolander CL (ed). *Prosthodontic treatment for edentulous patients*. ed 12. St. Louis, C.V. Mosby, 2004: 190-207.
9. Davenport JC. The oral distribution of *Candida* in denture stomatitis. *Br Dent J* 1970; 129: 151-156.
10. Nikawa H, Iwanaga H, Kameda M, Hamada T. In vitro evaluation of *Candida albicans* adherence to soft denture-lining materials. *J*

- Prosthet Dent 1992; 68: 804-808.
11. Lefebvre AC, Wataha CJ, Cibirka MR, Schuster SG, Parr RG. Effects of triclosan on the cytotoxicity and fungal growth on a soft denture liner. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 352-356.
12. Price C, Waters G, Williams W, Lewis A, Stickler D. Surface modification of an experimental silicone rubber aimed at reducing initial candidal adhesion. *J Biomed Mater Res*, 2002; 63: 122-128.
13. Bulad K, Taylor R, Veran J, McCord J. Colonization and penetration of denture soft lining materials by *Candida albicans*. *Dent Mater* 2004; 20: 167-175.
14. Boscato N, Radavelli A, Faccio D, Loguerio A. Biofilm formation of *Candida albicans* on the surface of a soft denture-lining material. *Gerodontology* 2009; 26: 210-213.
15. Gendreau L, Loewy GZ. Epidemiology and etiology of denture stomatitis. *J Prosthodont* 2011; 20: 251-260.
16. Nikawa H, Jin C, Hamada T, Maki-hira S, Kumagai H, Murata H. Interactions between thermal cycled resilient denture lining materials, salivary and serum pellicles and *Candida albicans* in vitro. Part II. Effects on fungal colonization. *J Oral Rehabil*, 2000; 27: 124-130.
17. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T. Denture plaque-past and recent concerns. *J Dent* 1998; 26: 299-304.
18. Kalachandra S, Minton RJ, Takamata T, Taylor DF. Characterization of commercial soft liners by dynamic mechanical analysis. *J Mat Sci: Mat Med* 1995; 6: 218-222.
19. Tylman S. The use of elastic and resilient synthetic resins and their copolymer in oral, dental and facial prostheses. *Dent Digest* 1943; 49: 167.
20. Popper F. Undercuts and resilient resins. *J Dent Assoc South Africa*. 1945; 19: 77.
21. Nikawa H, Jin C, Maki-hira S, Egusa H, Hamada T, Kumagai H. Biofilm formation of *Candida albicans* on the surfaces of deteriorated soft denture lining materials caused by denture cleansers in vitro. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 243-250.
22. Mese A. Bond strength of soft denture liners following immersion of denture cleanser. *Biotechnol and Biotechnol* 2006; 20: 184-191.
23. Kulak-Ozkan Y, Sertog A, Gedik H. Effect of thermocycling on tensile bond strength of six silicone-based, resilient denture liners. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 303-310.
24. McCabe JF and Walls AWG. *Applied Dental Materials*. 9<sup>th</sup> ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2008:124-132.
25. Dootz OM, Koran A, Craig RC. Physical property comparison of 11 soft denture lining materials as a function of accelerated aging. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 114-119.
26. Emmer TJ Jr, Emmer TJ Sr, Vaidynathan J, Vaidynathan TK. Bond strength of permanent soft denture liners bonded to the denture base. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 595-601.
27. Wright PS, Young KA, Riggs PD, Parker S, Kalachandra S. Evaluating the effect of soft lining materials on the growth of yeast. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 404-409.
28. Klat-Amnuay S, Khan Z, Gettleman L. Overdenture retention of four resilient liners over an implant bar. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 568-573.
29. Zarb GA, Bolender CL, Hickey JC, Carlsson GE. *Prosthodontic treatment for edentulous patients*. 12<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby; 193.
30. Gibbons P. Clinical and bacteriological findings in patients wearing silastic 390 soft liner. *J Mich State Dent Assoc*. 1965; 47: 65-67.
31. Gruber RC, Lucatorto EM, Molnar EJ. Fungus growth on tissue conditioners and soft denture liners. *Rev Dent Liban* 1968; 18: 36-43.
32. Woelfel JB, Paffenbanger CC. Evaluation of complete dentures lined with resilient silicone rubber. *J Am Dent Assoc*. 1968; 76: 582-590.
33. Douglas WH. Resilient soft materials in dentistry. *North West Dent* 1979; 58: 116-118.
34. Allison RT, Douglas WH. Microcolonization of the denture fitting surface by *Candida albicans*. *J Dent* 1973; 1: 198-201.
35. Masella RP, Dolan CT, Laney WR. The prevention of the growth of *Candida* on silastic 390 soft liner of dentures. *J Prosthet Dent* 1975; 33: 250-257.
36. Makila E, Hopsu-Havu VK. Mycotic growth and soft denture lining materials. *Acta Odontol Scand* 1977; 35: 197-205.
37. Makila E, Hanka O. Clinical study of a heat-cured silicone soft lining material. *J Oral Rehabil* 1979; 6: 199-204.
38. Wright PS. The effect of soft lining materials on the growth of *Candida albicans*. *J Dent* 1980; 8: 144-151.
39. Wright PS, Clark P, Hardie JM. The prevalence and significance of yeasts in persons wearing complete dentures with soft-lining materials. *J Dent Res* 1985; 64: 122-125.
40. Nikawa H, Yamamoto T, Hayashi S, Nikawa Y, Hamada T. Growth and/or acid production of *Candida albicans* on soft lining materials in vitro. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 585-594.
41. Okita N, Orstavik D, Orstavik J, Ostby K. In vivo and in vitro studies on soft denture materials: microbial adhesion and tests for antibacterial activity. *Dent Mater* 1991; 7: 155-160.
42. Waters MG, Williams DW, Jagger RC, Lewis MA. Adherence of *Candida albicans* to experimental denture soft lining materials. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 306-312.
43. Furukawa KK, Niagro FD, Runyan DA, Cameron SM. Effectiveness of chlorine dioxide in disinfection on two soft denture liners. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 723-729.
44. Radford DR, Sweet SP, Challacombe SJ, Walter JD. Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. *J Dent* 1998; 26: 577-583.
45. Verran J, Maryan CJ. Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *J Prosthet* 1997; 77: 535-539.
46. Tari BF, Nalbant D, Dogruman ALF, Kustimur S. Surface roughness and adherence of *Candida albicans* on soft lining materials as influenced by accelerated aging. *J Contemp Dent Pract* 2007; 8: 18-25.
47. Nevzatoglu EU, Ozcan M, Kulak-Ozkan Y, Kadir T. Adherence of *Candida albicans* to denture base

- acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. Clin Oral Investig 2007; 11: 231-236.
48. Vural C, Ozdemir G, Kurtulmus H, Kumbuloglu O, Ozcan M. Comparative effects of two different artificial body fluids on Candida albicans adhesion to soft lining materials. Dent Mater J 2010; 29: 206-212.
49. Kurtulmus H, Kumbuloglu O, Ozcan M, Ozdemir G, Vural C. Candida albicans adherence on silicone elastomers: Effect of polymerisation duration and exposure to simulated saliva and nasal secretion. Dent Mater 2010; 26: 76-82.
50. Nikawa H, Hamada T. Binding of salivary or serum proteins to Candida albicans in vitro. Arch Oral Biol 1990; 35: 571-573.
51. Μεντζαβίνος ΖΣ, Βρότσας ΙΑ. Κλινική Περιοδοντολογία. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας; 2002: 71-72.
52. Quirynen M, Bollen M. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. J Clin Periodontol 1995; 22: 1-14.
53. Radford RD, Challacombe SJ, Walter DJ. Denture plaque and adherence of Candida albicans to denture-base materials in vivo and in vitro. Crit Rev Oral Biol Med 1999; 10: 99-116.
54. Rodger G, Rebecca LT, Pearson JG and Verran J. In vitro colonization of an experimental silicone by Candida albicans. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2010; 92: 226-235.
55. Samaranayake LP, Hughes A, McFarlane TW. The proteolytic potential of Candida albicans in human saliva supplemented with glucose. J Med Microbiol 1984; 17: 13-22.
56. Samaranayake LP, McFarlane TW. Hypothesis: on the role of dietary carbohydrates in the pathogenesis of oral candidosis. FEMS Microbiol Lett 1985; 27: 1-5.
57. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T, Kumagai H. Effects of salivary or serum pellicles on the Candida albicans growth and biofilm formation on soft lining materials in vitro. J Oral Rehabil 1997; 24: 594-604.
58. Mutluay MM, Oguz S, Orstavik D, Flostrand F, Dogan A, Soderling E, Narhi T, Olsen I. Experiments on in vivo biofilm formation and in vitro adhesion of Candida species on polysiloxane liners. Gerodontology 2010; 27: 283-291.
59. McCourtie J, Douglas L. Relationship between cell surface composition of Candida albicans and adherence to acrylic after growth on different carbon sources. Infect Immun 1981; 32: 1234-1241.
60. Nikawa H, Hayashi S, Nikawa Y, Hamada T, Samaranayake LP. Interactions between denture lining material, protein pellicles and Candida albicans. Arch Oral Biol 1993; 38: 631-634.
61. Von Fraunhofer JA, Loewy Z. Factors involved in microbial colonization of oral prostheses. Gen Dent 2009; 57: 136-143.
62. Neu TR, Van der Mei HC, Busscher HJ, Dijk F, Verkerke CJ. Biodeterioration of medical-grade silicone rubber used for voice prostheses: a SEM study. Biomaterials 1993; 14: 459-464.
63. Mutluay MM, Oguz S, Flostrand F, Saxegaard E, Dogan A, Bek B, Ruyter E. A prospective study on the clinical performance of polysiloxane soft liners: one-year results. J Dent Mater 2008; 27: 440-444.
64. Oliveira LV, Mesquita MF, Henriques EP, Consani RLX. The effect of brushing on surface roughness of denture lining materials. J Prosthodont 2007; 16: 179-184.
65. Pavan S, Filho JNA, Dos Santos PH, Noqueira SS, Batista AUD. Effect of disinfection treatments on the hardness of soft denture liner materials. J Prosthodont 2007; 20: 101-106.
66. Rathore P, Hedge A, Gijupalli K and Upadhyay P. Evaluation of antifungal activity of additives to resilient liners: An in vitro pilot study. Trends Biomater Artif Organs 2009; 23: 6-9.
67. Hanhel S, Rosentritt M, Burgers M, Handel G and Lang R. Candida albicans biofilm formation on soft denture liners and efficacy of cleaning protocols. Gerodontology 2012; 29: 383-391.
68. Brace ML, Plummer KD. Practical denture disinfection. J Prosthet Dent 1993; 70: 538-540.
69. Machado AL, Breeding LC, Puckett AD. Effect of microwave disinfection on the hardness and adhesion of two resilient liners. J Prosthet Dent 2005; 94: 183-189.
70. Burns DR, Burns DA, Di Pietro GJ, Gregory RL. Response of processed resilient denture liners to Candida albicans. J Prosthet Dent 1987; 57: 507-512.
71. Nikawa H, Yamamoto T, Hamada T. Effect of components of resilient denture-lining materials on the growth, acid production and colonization of Candida albicans. J Oral Rehabil 1995; 22: 817-824.
72. Baysan A, Whaley R, Wright PS. Use of microwave energy to disinfect a long-term soft lining material contaminated with Candida albicans or Staphylococcus aureus. J Prosthet Dent 1998; 79: 454-458.
73. Chladek G, Mertas A, Barszczewska-Rybarek I, Nalewajek T, Zmudzki J, Krol W and Lukaszczuk J. Antifungal activity of denture soft lining material modified by silver nanoparticles. A pilot study. Int J Mol Sci 2011; 12: 4735-4744.
74. Sipahi C, Anil N, Bayrami E. The effect of acquired salivary pellicle on the surface free energy and wettability of different denture base materials. J Dent 2001; 29: 197-204.
75. Olan-Rodriguez L, Minah G, Driscoll C. Candida albicans colonization of surface-sealed interim soft liners. J Prosthodont 2000; 9: 184-188.
76. Hekimoglu C, Anil N. The effect of accelerated ageing on the mechanical properties of soft denture lining materials. J Oral Rehabil 1999; 26: 745-748.
77. Bal BT, Yavuzylmaz H, Yucel M. A pilot study to evaluate the adhesion of oral microorganisms to temporary soft lining materials. J Oral Sci 2008; 50: 1-8.
78. Thomas CJ, Webb BC. Microwaving of acrylic resin dentures. Eur J Prosthodont Restor Dent 1995; 3: 179-182.

2. Tasopoulos T, Vrioni G, Naka O, Diamantatou T, Zoidis P, Tsakris A. Adherence of *Candida Albicans* to Five Long-Term Silicone-Based Denture Lining Materials Bonded to CAD-CAM Denture Base. J Prosthodont 2023; 32: 292-7.



Received: 3 April 2022 | Accepted: 21 May 2022  
DOI: 10.1111/jopr.13551

ORIGINAL ARTICLE



## Adherence of *Candida albicans* to Five Long-Term Silicone-Based Denture Lining Materials Bonded to CAD-CAM Denture Base

Theodoros Tasopoulos DDS, MSc<sup>1</sup> | Georgia Vrioni MD, PhD<sup>1</sup> |  
Olga Naka DDS, MClintDent, PhD, FICD<sup>2</sup> | Theodora Diamantatou DDS, MSc<sup>3</sup> |  
Panagiotis Zoidis DDS, MS, PhD, FICD<sup>4</sup> | Athanasios Tsakris MD, PhD, FRCPath<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Microbiology, Medical School, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece

<sup>2</sup>Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

<sup>3</sup>Department of Prosthodontics, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece

<sup>4</sup>Division of Prosthodontics, Department of Restorative Dental Sciences College of Dentistry, University of Florida, Gainesville, FL

Corresponding

Panagiotis Zoidis, DDS, MS, PhD, FICD, Department of Restorative Dental Sciences, Division of Prosthodontics, College of Dentistry, University of Florida, 1395 Center Dr, Gainesville, FL 32610.  
E-mail: pzoidis@dent.ufl.edu

### Abstract

**Purpose:** Knowledge about quantifying the number as well as the retention and adhesion of *Candida albicans* blastoconidia to silicone denture liners is limited. Thus, the aim of this in vitro study was to explore the adherence of *C. albicans* to the surface of five long-term silicone-based soft denture lining materials, using artificial saliva.

**Materials and methods:** A total of 50 specimens (10 × 10 × 3 mm) of five long-term resilient liners (Molloplast-B; GC Reline Soft; Elite Soft Relining; Tokuyama Sofreliner S; Ufigel SC), bonded to a computer-aided design and computer-aided manufacturing denture base, were prepared. The specimens were inoculated and incubated in artificial saliva for 1 and 24 hours with a standardized (2.8 × 10<sup>6</sup> cfu/ml) *C. albicans* suspension. At the end of the incubation period, the specimens were stained with acridine orange and observed using fluorescence microscopy.

**Results:** After 1 hour and in 24 hours, Molloplast B demonstrated significantly earlier adherence of *C. albicans* cells compared to the other chairside materials ( $p < 0.001$  and  $p < 0.001$ , respectively), where the mean number of cells also increased in the frontal parts. Regarding the rate of *C. albicans* proliferation from 1 to 24 hours within the materials, there was an increase in all materials (Molloplast B:  $p < 0.001$ ; GC Reline Soft:  $p = 0.220$ ; Elite Soft Relining:  $p = 0.032$ ; Tokuyama Sofreliner S:  $p = 0.001$ ; Ufigel Sc:  $p = 0.001$ ). The Ufigel Sc showed a significant 2.5-fold increase at 24 hours.

**Conclusions:** Long-term silicone denture liners accumulate a significant amount of *C. albicans* blastoconidia and their coverage by them increases progressively over time.

### KEYWORDS

CAD-CAM denture base, *Candida albicans*, fungal growth, long-term soft denture lining materials

Long-term silicone-based soft denture lining materials (SSDLMs) have proven to be effective for patients with sharp or resorbed alveolar ridges, bony undercuts, prominences, or protuberances, providing a cushioning effect.<sup>1–7</sup> Moreover, they constitute an advanced treatment option for patients with bruxism, xerostomia, or congenital or acquired oral defects, who require maxillofacial rehabilitation.<sup>5–8</sup> Their beneficial effect on the underlying tissues has been shown to significantly improve the masticatory function of denture wearers.<sup>9</sup>

Such materials are expected to be biocompatible and durable in the oral environment. Yet, they are subject to various adverse clinical conditions that may modify their

physicochemical and mechanical properties.<sup>4–8</sup> The longevity of most silicone-based liners may be reduced mainly due to hardening and debonding.<sup>4,8</sup> The degraded mechanical properties associated with these materials may affect the initial adhesion of microorganisms such as bacteria species, viruses, and fungi.<sup>10,11</sup> Yeast cells of *Candida* species are believed to be the most common colonizer of denture lining materials.<sup>1,4,12–14</sup> Attachment of *Candida* species to both acrylic resin co-polymers and silicone-based lining materials is the fundamental and essential step for colonization, penetration of these polymers, and ultimately the development of denture-related chronic atrophic candidiasis.<sup>1–8,15–17</sup> An almost linear relationship between

C. albicans clinical strain A5C3 was stored in distilled water with 15% glycerol at -20°C. Prior to each experiment, 10 µl aliquots of storage culture was plated onto a Sabouraud dextrose agar (SDA) plate and incubated at 37°C for 24 h for checking and subsequent experimentation. After a 24-h incubation on SDA, approximately two to three colonies of C. albicans phase were inoculated into 100 ml aliquots of sterile distilled water and incubated at 37°C overnight at 37°C. Cells were then harvested after centrifugation, gently rinsed three times with sterile phosphate-buffered saline solution (PBS), and resuspended in PBS to a 540 million cells/ml concentration. Cells were then washed with sterile 2.8 × 10<sup>6</sup> cfu/ml. Microscopically, all cells were in the blastospore phase. Ten test pieces of each lining material were incubated in 100 ml of the cell suspension. The test piece was placed in a sterile plastic 5 ml tube in a vertical position. A 2 ml aliquot of the standardized cell suspension was added to each tube and incubated statically for 1 and 24 hours at 37°C. After incubation, the test pieces were removed, rinsed gently by immersing in 3 times in 10 ml sterile PBS test dishes loosely adhered cells and finally left in the open air for drying, lyng flat. The remaining attached cells on the specimens were then removed by dipping the test pieces in 100 ml of sterile distilled water for 2 min. The cells were then stained by dipping for 2 minutes in 0.03% acridine orange

Regarding the rate of *C. albicans* proliferation from 1 to 24 hours within the materials, there was an increase in all materials (Table 2). The MB had an almost 2-fold significant increase from 1 to 24 hours ( $p < 0.001$ ). There was a similar

Regarding the rate of *C. albicans* proliferation from 1 to 24 hours within the materials, there was an increase in all materials (Table 2). The MB had an almost 2-fold significant increase from 1 to 24 hours ( $p < 0.001$ ). The ESR had

**ACD** | AMERICAN COLLEGE OF  
PROSTHODONTISTS

[illegible]

Heat-polymerized Molloplast B (MB) demonstrated significantly earlier adherence of *C. albicans* cells compared to the other chairside materials. Regarding the rate of *C. albicans* proliferation from 1 to 24 hours within the materials, there was an increase in all materials. The autopolymerized Ufigel Sc (USC) showed a significant 2.5-fold increase at 24 hours.

1. Bulak K, Taylor R, Yoon J, et al: Colonization and penetration of *Staphylococcus aureus* on polypropylene and polyurethane. *J Prosthet Dent* 1990;63:167-175.
2. Doerflinger KM, Krasner A, Craig RG: Physical property comparison of dental resins. *J Prosthet Dent* 1989;61:103-110.
3. Prosser DM, Xenou A, Hume W, et al: The effect of surface roughness on bacterial adhesion to dental resins. *J Oral Maxillofac Surg* 1991;49:113-117.
4. Prosser DM, Xenou A, Hume W, et al: Bond strength of a permanent self-curing resin bonded to the denture base. *J Prosthet Dent* 1991;65:103-107.
5. Wright PS, Young KA, Riggs PD, et al: Evaluating the effect of soft lining materials on the growth of yeast. *J Prosthet Dent* 1996;94:794-799.
6. Kim-Amiry S, Khan Z, Gettleman J: Overdenture retention of soft lining materials. *J Prosthet Dent* 1987;57:103-107.
7. Verrin J, Marjani C: Retention of denture copolymers on acrylic resin surfaces of different surface topography. *J Prosthet Dent* 1977;39:555-559.
8. Borden M, Wainwright G: Soft lining materials—A review. *J Dent* 1987;15:1-10.
9. Wright PS: Observations on long-term use of a soft-lining material for denture bases. *J Prosthet Dent* 1987;57:108-110.
10. Palla ES, Karaguzel E, Naka O, et al: The soft copolymer denture liners: effect on the retention of denture base. *J Dent Res* 1991;70:1400-1404.
11. Valentin F, La Bonté B, Boucra N, et al: Surface Roughness Characterization of Denture Liners. *J Dent Res* 1992;71:561-564.
12. Wright PS, Ameen N, Yoon J, et al: Functional denture soft lining with antimicrobial and allopathic properties. *J Dent* 1988;16:311-313.
13. Ratford RD, Sweet SP, Chalchote SJ, et al: Adherence of *Candida albicans* to denture base materials with different surface modulations of an experimental design. *J Dent Res* 1991;70:1405-1410.
14. Price C, Watan G, Williams W, et al: Surface modification of an experimental denture base material. *J Dent Res* 1991;70:1411-1416.

18. Biomat Mater Res 1988;1:121-125 in Reducing intra Corneal Infection.
19. Biomat Mater Res 1982;6:122-128
20. Gendreau L, Lomaszy T. 1983. Epidemiology and etiology of denture stomatitis. J Prosthet Dent 1983;10:201-205
21. Nikawa H, Jin C, Hamada T, et al: Interactions between thermal cycling resilient denture lining materials, salivary and serum pellicles and *Candida albicans* in vivo. Part II. Effects on fungal colonization. J Oral Rehabil 2000;27:124-130
22. Davenport JC: The oral distribution of *Candida* in denture stomatitis. Br Dent J 1970;129:151-155
23. Nikawa H, Iwanaga H, Kameda M, et al: In vitro evaluation of *Candida albicans* adherence to soft denture-lining materials. J Prosthet Dent 1992;68:804-808

18. Radford RD, Challacombe SJ, Walter DJ: Denture plaque and adherence of *Candida albicans* to denture-base materials in vivo and in vitro. *Crit Rev Oral Biol Med* 1999;10:99-116
19. Lefebvre AC, Wataha CJ, Cibirka MR, et al: Effects of triclosan on the cytotoxicity and fungal growth on a soft denture liner. *J Prosthet Dent* 2001;85:352-356
20. Boscato N, Radavelli A, Faccio D, et al: Biofilm formation of *Candida albicans* on the surface of a soft denture-lining material. *Gerodontology* 2009;26:210-213
21. Krishnamurthy S, Hallikerimath RB: An in-vitro evaluation of retention, colonization and penetration of commonly used denture lining materials by *Candida albicans*. *J Clin Diagn Res* 2016;10:84-88
22. Ten Cate JM, Klis FM, Pereira-Cenci T, et al: Molecular and cellular mechanisms that lead to *Candida* biofilm formation. *J Dent Res* 2009;88:105-115
23. Waters MGJ, Williams DW, Jagger RG: Adherence of *Candida albicans* to experimental denture soft lining materials. *J Prosthet Dent* 1997;77:306-312
24. Gibbons P: Clinical and bacteriological findings in patients wearing Silastic 390 soft liner. *J Mich State Dent Assoc* 1965;47:65-67
25. Woelfel JB, Paffenbanger GC: Evaluation of complete dentures lined with resilient silicone rubber. *J Am Dent Assoc* 1968;76:582-590
26. Masella RP, Dolan CT, Laney WR: The prevention of the growth of *Candida* on Silastic 390 soft liner of dentures. *J Prosthet Dent* 1975;33:250-257
27. Makila E, Hopsu-Havu VK: Mycotic growth and soft denture lining materials. *Acta Odontol Scand* 1977;35:197-205
28. Makila E, Hanka O: Clinical study of a heat-cured silicone soft lining material. *J Oral Rehabil* 1979;6:199-204
29. Mutluay MM, Oguz S, Orstavik D, et al: Experiments on in vivo biofilm formation and in vitro adhesion of *Candida* species on polysiloxane liners. *Gerodontology* 2010;27:283-291
30. Nikawa H, Hayashi S, Nikawa Y, et al: Interactions between denture lining material, protein pellicles and *Candida albicans*. *Archs Oral Biol* 1993;38:631-634
31. Mutluay MM, Oguz S, Floystrand F, et al: A prospective study on the clinical performance of polysiloxane soft liners: one-year results. *J Dent Mater* 2008;27:440-444
32. Hanhel S, Rosentritt M, Burgers M, et al: *Candida albicans* biofilm formation on soft denture liners and efficacy of cleaning protocols. *Gerodontology* 2012;29:383-391
33. Wenken G, Burkhardt F, Spies BC, et al: Bond strength of conventional, subtractive, and additive manufactured denture bases to soft and hard relining materials. *Dent Mater* 2021;37:928-938
34. Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, et al: CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: an in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J* 2018;37:526-533
35. Wang C, Shi HF, Xie PJ, et al: Accuracy of digital complete dentures: a systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent* 2021;125:249-256
36. Murat S, Alp G, Alatali C, et al: In Vitro Evaluation of Adhesion of *Candida albicans* on CAD/CAM PMMA-Based Polymers. *J Prosthet Dent* 2019;28:e873-e879
37. Choi JE, Ng TE, Leong CKY, et al: Adhesive evaluation of three types of resilient denture liners bonded to heat-polymerized, auto polymerized, or CAD-CAM acrylic resin denture bases. *J Prosthet Dent* 2018;120:699-705
38. Nikawa H, Yamamoto T, Hamada T: Effect of components of resilient denture-lining materials on the growth, acid production and colonization of *Candida albicans*. *J Oral Rehabil* 1995;22:817-824
39. Chladek G, Mertas A, Barszczewska-Rybark I, et al: Antifungal activity of denture soft lining material modified by silver nanoparticles. A pilot study. *Int J Mol Sci* 2011;12:4735-4744
40. Chladek G, Zmudzki J, Kasperski J: Long-term soft denture lining materials. *Materials* 2014;7:5816-5842
41. Rodger G, Rebecca LT, Pearson JG, et al: In vitro colonization of an experimental silicone by *Candida albicans*. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;92:226-235
42. Taylor RL, Liauw CM, Mayran C: The effect of resin/cross-linker ratio on the mechanical properties and fungal deterioration of a maxillofacial silicone elastomer. *J Mater Sci* 2003;14:497-502
43. Garner SJ, Nobbs AH, McNally LM, et al: An antifungal coating for dental silicones composed of chlorhexidine nanoparticles. *J Dent* 2015;43:362-372
44. Olan-Rodriguez L, Minah G, Driscoll C: *Candida albicans* colonization of surface-sealed interim soft liners. *J Prosthet Dent* 2000;9:184-188
45. Skupien JA, Valentini F, Boscato N, et al: Prevention and treatment of *Candida* colonization on denture liners: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2013;110:356-362
46. Vural C, Ozdemir G, Kurtulmus H, et al: Comparative effects of two different artificial body fluids on *Candida albicans* adhesion to soft lining materials. *Dent Mater J* 2010;29:206-212
47. Gedik H, Ozkan HK: The effect of surface roughness of silicone-based resilient liner materials on the adherence of *Candida albicans* and inhibition of *Candida albicans* with different disinfectants. *Oral Health Prev Dent* 2009;7:347-353
48. Valentini F, Luz MS, Boscato N, et al: Biofilm formation on denture liners in a randomized controlled in situ trial. *J Dent* 2013;41:420-427

**How to cite this article:** Tasopoulos T, Vrioni G, Naka O, et al: Adherence of *Candida albicans* to Five Long-Term Silicone-Based Denture Lining Materials Bonded to CAD-CAM Denture Base. *J Prosthet Dent* 2022;1–6. <https://doi.org/10.1111/jopr.13551>

# Επιτοίχια Ανακοίνωση

Tasopoulos T, Vrioni G, Diamantatou T, Jagger R, Kanioura L, Karaïkou D, Panagiotopoulou M. “*Candida albicans* adherence on chair-side silicone denture soft lining materials”. (Αναρτημένη ανακοίνωση στο 36<sup>th</sup> Annual Conference of the European Prosthodontic Association), (2012).



## Candida albicans adherence on chair-side silicone denture soft lining materials

T. TASOPOULOS<sup>1</sup>, G. VRIONI<sup>2</sup>, T. DIAMANTATOU<sup>3</sup>, R. JAGGER<sup>3</sup>, L. KANIOURA<sup>1</sup>, D. KARAIKOU<sup>4</sup>, M. PANAGIOTOPOULOU<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Microbiology, Faculty of Medicine, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>2</sup>Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens, <sup>3</sup>Department of Oral and Dental Sciences, University of Bristol, <sup>4</sup>Department of Paediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens

**Objective:** Chair-side silicone liners are susceptible to microbial adhesion. The aim of this study was to investigate the in vitro adherence of *C. albicans* to 5 commercial silicone denture liners.

**Methods and Materials:** Ten specimens (10 x 10 x 3 mm), each of five long term resilient liners (**Molloplast B**, **GC Reline Soft**, **Elite Soft Relining**, **Tokuyama Sofreliner S**, **Ufigel Sc**), were processed according to manufacturers' instructions using a standard dental flasking technique. Specimens were incubated for 1 hour at 37°C with a suspension of *C. albicans*. They were then stained with acridine orange and viewed using fluorescence microscopy (x1000 magnification). The number of adherent cells was counted in 10 random fields, in the frontal and lateral part of each specimen. Differences in degree of colonization between materials were assessed by Poisson regression analysis.

**Results:** The number of yeast cells adhered to Molloplast B was statistically significantly greater than all the other silicone denture liners (mean= 4.21, (95% CI: [3.65, 4.84]), p<0,0001. There was no statistically significantly difference of fungal growth of *C. albicans* between Elite Soft Relining (mean=1.01, (95% CI: [0.81, 1.25])) and GC Reline Soft (mean=1.21, (95% CI: [1.07, 1.37])), p=0.6054. There was no statistically significantly difference between the numbers of cells attached to Tokuyama Sofreliner S (mean=0.43, (95%CI: [0.25, 0.73])) and Ufigel Sc (mean=0.31, (95%CI: [0.21, 0.45])), p=0.8521.

**Conclusion:** The results of the in vitro experiment showed that **Molloplast B** demonstrated a significant earlier adherence of fungal growth of *C. albicans* than all the other chair-side silicone denture liners.

|                       | Mean Count | 95% CI Lower Limit | 95% CI Upper Limit |
|-----------------------|------------|--------------------|--------------------|
| MOLLOPLAST B          | 4.21       | 3.65               | 4.84               |
| ELITE SOFT RELINING   | 1.01       | 0.81               | 1.25               |
| TOKUYAMA SOFRELINER S | 0.43       | 0.25               | 0.73               |
| GC RELINE SOFT        | 1.21       | 1.07               | 1.37               |
| UFIGEL Sc             | 0.31       | 0.21               | 0.45               |

Table 1: Average value and 95% CI of the number of colonies of micro organisms *C. albicans* in the frontal part of long term silicone denture soft liners.

|                       | Mean Count | 95% CI Lower Limit | 95% CI Upper Limit |
|-----------------------|------------|--------------------|--------------------|
| MOLLOPLAST B          | 3.78       | 3.16               | 4.53               |
| ELITE SOFT RELINING   | 0.67       | 0.49               | 0.91               |
| TOKUYAMA SOFRELINER S | 0.78       | 0.64               | 0.97               |
| GC RELINE SOFT        | 1.21       | 1.06               | 1.38               |
| UFIGEL Sc             | 0.50       | 0.40               | 0.63               |

Table 2: Average value and 95% CI of the number of colonies of micro organisms *C. albicans* in the lateral part of long term silicone denture soft liners.

**References:**

- Mutlasy MM, Oguz S, Orstavik D, Floystrand F, Dogan A, Soderling E, Narhi T, Olsen I: Experiments on in vivo biofilm formation and in vitro adhesion of *Candida* species on polysiloxane liners. *Gerodontology* 2010; 27(4): 283-291.
- Boscatto N, Radavelli A, Faccio D, Loguercio A: Biofilm formation of *Candida albicans* on the surface of a soft denture-lining material. *Gerodontology* 2009; 26 (3): 210-213.
- Bulad K, Taylor R, Veran J, McCord J: Colonization and penetration of denture soft lining materials by *Candida albicans*. *Dent Mat* 2004; 20 (2): 167-175.