

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΚΜΑΓΕΙΟΥ**  
**ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΔΥΟ ΑΠΟΤΥΠΩΤΙΚΑ**  
**ΥΛΙΚΑ**

**ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ Γ. ΤΣΙΓΑΡΟΥ**

**ΑΘΗΝΑ 2017**

Επιβλέπον Μέλος ΔΕΠ για την εκπόνηση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας :

Κ. Κούρτης Στέφανος, Αναπληρωτής Καθηγητής Προσθετικής

Τριμελής Επιτροπή για την αξιολόγηση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας :

1. Κούρτης Στέφανος, Αναπληρωτής Καθηγητής Προσθετικής
2. Πολυχρονάκης Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής Κινητής Προσθετικής
3. Ρούσσου Ίλεια, Λέκτορας Ακίνητης Προσθετικής

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
<b><u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u></b>	5-6
<b><u>A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u></b>	7-29
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	7-8
Κεφάλαιο 2. Εξαρτήματα.....	9-11
2.1. Άξονες αποτύπωσης.....	9-10
2.2. Δισκάρια αποτύπωσης.....	10-11
Κεφάλαιο 3. Τεχνικές Αποτύπωσης	12-20
3.1. Αποτύπωση σε επίπεδο εμφυτεύματος και σε επίπεδο.....	12
διαβλεννογόνιου στηρίγματος	
3.2. Τεχνική ανοικτού και κλειστού δισκαρίου (Συμβατική αποτύπωση).....	12-18
3.3. Τεχνική αποτύπωσης μαλακών ιστών και περιοχών Γεφυρωμάτων.....	18
3.4. Ψηφιακή αποτύπωση.....	19-20
Κεφάλαιο 4. Υλικά Αποτύπωσης.....	21-25
4.1. Σιλικόνες προσθήκης (Πολυβινυλ-σιλοξάνες).....	22-23
4.2. Πολυαιθέρας.....	23
Κεφάλαιο 5. Προηγούμενες έρευνες.....	26-29
<b><u>B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u></b>	30-87
Κεφάλαιο 6. Σκοπός.....	30

Κεφάλαιο 7. Υπόθεση εργασίας.....	30
Κεφάλαιο 8. Υλικά και μέθοδος.....	31-40
8.1. Κατασκευή πρότυπου-αρχικού εκμαγείου και μεταλλικού σκελετού.....	31-36
8.2 Κατασκευή ατομικών δισκαρίων.....	32
8.3 Διαδικασία αποτύπωσης.....	32-33
8.4. Κατασκευή δοκιμίων.....	33-34
8.5. Μέτρηση και αξιολόγηση σχισμοειδούς χώρου.....	34-40
Κεφάλαιο 9. Αποτελέσματα.....	41-72
Κεφάλαιο 10. Συζήτηση.....	73-86
10.1. Περιορισμοί.....	83-86
Κεφάλαιο 11. Συμπεράσματα.....	86
<b><u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u></b>	87-88
<b><u>SUMMARY</u></b>	89-90
<b><u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u></b>	91-94

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η χρήση των οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων στην οδοντιατρική θεραπεία είναι κοινώς αποδεκτή εδώ και πολλά χρόνια. Η αύξηση των νωδών ασθενών οδήγησε στην ανάγκη κατασκευής επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων μέσω των οποίων εκπληρώνονται οι λειτουργικές και αισθητικές τους απαιτήσεις.

Βασική προϋπόθεση ωστόσο για την επιτυχία των αποκαταστάσεων αυτών είναι η παθητική εφαρμογή τους στα εμφυτεύματα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων είναι πολλοί. Συγκεκριμένα στους παράγοντες αυτούς ανήκουν το υλικό και η τεχνική αποτύπωσης, η κατασκευή του εκμαγείου εργασίας, καθώς και τα εργαστηριακά στάδια κατασκευής των επιεμφυτευματικών προσθέσεων. Παρόλο που τα υλικά και οι τεχνικές αποτύπωσης που έχουν αναφερθεί κατά καιρούς στην βιβλιογραφία είναι ποικίλα, δεν έχει αποσαφηνιστεί ποιά είναι η ιδανικότερη επιλογή.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν ο έλεγχος της επίδρασης του υλικού αποτύπωσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας.

Στο πρώτο μέρος περιγράφονται τα εξαρτήματα και τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την αποτύπωση των εμφυτευμάτων καθώς και οι τεχνικές αποτύπωσης που έχουν αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Στο δεύτερο και ειδικό μέρος περιγράφεται η μέθοδος και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα και η εργασία ολοκληρώνεται με την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και τη συζήτησή τους.

Ολοκληρώνοντας αυτή την ερευνητική μελέτη, θα ήθελα να ευχαριστήσω καταρχήν τον αείμνηστο Καθηγητή Προσθητικής της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Αστέριο Δουκουδάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να αποτελώ μέλος του Μεταπτυχιακού Προγράμματος της Προσθητικής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές που συνέβαλλαν στην εκπαίδευσή μου κατά τα χρόνια της θητείας μου ως μεταπτυχιακής φοιτήτριας.

Ιδιαίτερη υπήρξε η συμβολή του Αναπληρωτή Καθηγητή Προσθητικής της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Στέφανου Κούρτη, εμπνευστή του θέματος της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Οι γνώσεις του και οι υποδείξεις του ήταν πολύ σημαντικές για μένα και ο ακέραιος χαρακτήρας του ξεχώρισε κατά τη διάρκεια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος.

Για την εκπόνηση του πειραματικού μέρους της διπλωματικής εργασίας συνέβαλλε ο Διευθυντής του Εργαστηρίου Βιοϋλικών της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών Καθηγητής κος Γεώργιος Ηλιάδης. Τον ευχαριστώ θερμά για τις υποδείξεις του κατά τη διαμόρφωση του ερευνητικού πρωτοκόλλου.

Στον Διευθυντή του Εργαστηρίου Προσθετικής Καθηγητή κ. Γρηγόρη Πολυζώη εκφράζω θερμές ευχαριστίες για τις γόνιμες παραινέσεις και την κατανόησή του.

Ευχαριστώ πολύ επίσης, τους οδοντοτεχνίτες κ. Βασίλη και Παναγιώτη Μαυρομάτη για την κατασκευή του αρχικού εκμαγείου και του μεταλλικού σκελετού που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα, τους συναδέλφους Σπύρο Στέφο και Βάσω Καββαδία για την συνεργασία μας και τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσαν. Η προσφορά των γνώσεών τους ήταν καθοριστικής σημασίας για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας που αποτελεί συνέχεια της δικής τους.

Ευχαριστώ επίσης τους φίλους μου για τις στιγμές ξεγνοιασιάς που μου χάρισαν κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος, καθώς και για τη δύναμη που μου έδωσαν κατά το τέλος των σπουδών μου.

Εν κατακλείδι, οφείλω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την στήριξη που μου πρόσφερε όλα αυτά τα χρόνια. Εύχομαι να μπορώ να τους κάνω περήφανους κάθε στιγμή και υπόσχομαι να συνεχίσω να ακολουθώ τις αρχές που μου έδωσαν σε κάθε πτυχή της ζωής μου.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση των οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων ξεκίνησε πριν από 30 χρόνια περίπου και έχει αποδειχθεί επιτυχής στην αποκατάσταση ασθενών με μερική ή ολική νωδότητα. Η αξιοποίησή τους στην οδοντιατρική θεραπεία έχει βελτιώσει κατά πολύ την ποιότητα ζωής των ασθενών. Για το λόγο αυτό γίνονται συνεχώς έρευνες που αποσκοπούν στην βελτίωση των χαρακτηριστικών των ίδιων των εμφυτευμάτων αλλά και των προσθετικών αποκαταστάσεων που στηρίζονται σε αυτές. Οι επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις αποτελούνται από το μηχανικό στήριγμα που βιδώνεται στο εμφύτευμα και από την προσθετική αποκατάσταση. Προκειμένου να έχει μακροβιότητα μία επιεμφυτευματική αποκατάσταση, είναι απαραίτητο να έχει γίνει ένα σωστό σχέδιο θεραπείας, να έχουν επιλεγθεί οι σωστές θέσεις και κλίσεις των εμφυτευμάτων και να κατασκευαστεί μία προσθετική αποκατάσταση που θα εφαρμόζει παθητικά στα εμφυτεύματα.

Τα στάδια που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την εφαρμογή της επιεμφυτευματικής αποκατάστασης είναι το στάδιο της αποτύπωσης, το στάδιο τα κατασκευής του εκμαγείου εργασίας και το στάδιο κατασκευής της επιεμφυτευματικής πρόσθεσης στο εργαστήριο. Πολύ βασικό ωστόσο θεωρείται το στάδιο του αποτύπωματος, γιατί είναι το κλινικό στάδιο κατά το οποίο καταγράφονται με ακρίβεια οι σχέσεις ανάμεσα στα εμφυτεύματα, τα δόντια και τους παρακείμενους ιστούς. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτύπωση των εμφυτευμάτων είναι η τεχνική αποτύπωσης, το υλικό αποτύπωσης, οι μηχανικές ιδιότητες των προσθετικών εξαρτημάτων (για παράδειγμα των αξόνων αποτύπωσης) καθώς και η κλίση και το βάθος τοποθέτησης των εμφυτευμάτων. Οποιαδήποτε ανακρίβεια κατά την αποτύπωση οδηγεί σε εργαστηριακά λάθη που οδηγούν σε ανακριβή εφαρμογή της προσθετικής αποκατάστασης, ειδικά όταν αυτή είναι ακίνητη και στηρίζεται σε εμφυτεύματα (**Sorrentino et al 2010**).

Σε αντίθεση με τα δόντια, τα εμφυτεύματα ενσωματώνονται με το οστό, έρχονται δηλαδή σε άμεση επαφή με αυτό και παρουσιάζουν ελάχιστη κινητικότητα περίπου 10 μm, λόγω της ελαστικότητας του οστού. Από την άλλη πλευρά, η παρουσία των ινών περιρριζίου επιτρέπει στα δόντια παρειογλωσσική κινητικότητα 56-108 μm και εμβύθιση κατά μέσο όρο 28 μm. Σαν αποτέλεσμα η ύπαρξη πιθανών ατελειών στην εφαρμογή ακίνητων αποκαταστάσεων σε δόντια να εξομαλύνονται, όχι όμως και σε αντίστοιχες σε εμφυτεύματα. (**Adell et al 1981, Choi et al 2007, Μπίκος και συνεργάτες 2013, Sahin et al 2001, Vigolo et al 2003, Vigolo et al 2004, Assif et al 1996, Sorrentino et al 2010, Papaspyridakos et al 2014**)

Αν και δεν είναι εφικτή η απολύτως παθητική εφαρμογή στις επιεμφυτευματικές ακίνητες αποκαταστάσεις, ωστόσο δεν είναι γνωστό ποια είναι η ελάχιστη ανακρίβεια εφαρμογής που οδηγεί σε τεχνικές ή βιολογικές

επιπλοκές (**Papaspyridakos et al 2014**). Οι προσθετικές επιπλοκές που είναι πιθανόν να προκύψουν λόγω ανακρίβειας εφαρμογής της επιεμφυτευματικής πρόσθεσης, είναι η χαλάρωση ή το κάταγμα της προσθετικής βίδας, το κάταγμα εμφυτεύματος καθώς και η παραμόρφωση ή κάταγμα του προσθετικού στηρίγματος.

Εκτός όμως από τις πιθανές προσθετικές επιπλοκές, όταν η εφαρμογή των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων δεν είναι ακριβής, είναι πιθανόν να παρουσιαστούν βιολογικές επιπλοκές. Συγκεκριμένα, λόγω του σχισμοειδούς χώρου μεταξύ του μηχανικού στηρίγματος και του ορίου της αποκατάστασης, μπορεί να δημιουργηθεί ευνοϊκό περιβάλλον για την κατακράτηση οδοντικής μικροβιακής πλάκας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση φλεγμονώδους αντίδρασης στους μαλακούς και σκληρούς ιστούς που μπορεί να οδηγήσει στην απορρόφηση του υπάρχοντος οστού και την απώλεια της οστεοενσωμάτωσης. Επίσης, συσσώρευση τάσεων μπορεί να παρατηρηθεί στο στηρικτικό οστό, λόγω μεταφοράς τους σε αυτό μέσω των ατελών αποκαταστάσεων. In vivo μελέτες σε πειραματόζωα αναφέρουν την ύπαρξη μιας ιδανικής τιμής φορτίου που ευνοεί την οστεοενσωμάτωση και συμβάλλει στη διατήρηση του οστού γύρω από τα εμφυτεύματα. Ωστόσο η οριακή τιμή του φορτίου αλλά και το εύρος τιμών που μπορεί να πάρει αυτό ώστε να θεωρείται επιτρεπτό για τη μακροχρόνια επιβίωση των εμφυτευμάτων δεν έχει αποσαφηνιστεί.

Λόγω των πολλών και διαδοχικών σταδίων που μεσολαβούν από την αποτύπωση ως την τελική τοποθέτηση των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων στο στόμα του ασθενούς, αλλά και λόγω των πολλών εξαρτημάτων που χρειάζονται για την κατασκευή της, είναι δύσκολο να επιτευχθεί απόλυτα παθητική εφαρμογή ανάμεσα σε αυτήν και τα εμφυτεύματα. Παρόλα αυτά η κλινική επιτυχία των εμφυτευμάτων είναι πολύ μεγάλη. Διαπιστώνεται λοιπόν, ότι οι επιεμφυτευματικοί ιστοί και οι αποκαταστάσεις έχουν κάποιο βαθμό ανοχής και μπορούν να αντεπεξέλθουν σε κάποιες τάσεις λόγω μη παθητικής εφαρμογής. Ωστόσο δεν υπάρχει βιβλιογραφική τεκμηρίωση για αυτό (**Watanabe et al 2000**). Γίνεται λοιπόν κατανοητό, ότι κυρίαρχος κλινικός στόχος είναι η παθητική εφαρμογή των αποκαταστάσεων που στηρίζονται στα εμφυτεύματα.

Προκειμένου να αναλυθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτύπωση των εμφυτευμάτων, άρα και την «παθητική» εφαρμογή των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων, έγινε περιγραφή των εξαρτημάτων και των υλικών που χρησιμοποιούνται καθώς και των διάφορων τεχνικών αποτύπωσης.



## **2. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ**

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται κατά την αποτύπωση των εμφυτευμάτων είναι οι άξονες αποτύπωσης και τα δισκάρια αποτύπωσης.

### **2.1 Άξονες αποτύπωσης**

Οι άξονες αποτύπωσης είναι τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται κατά την αποτύπωση των εμφυτευμάτων για να μεταφέρουν την σχέση των οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων ως προς τη φατνιακή απόφυση, τα παρακείμενα δόντια και τους υπόλοιπους ιστούς. Μετά την αφαίρεση του αποτυπώματος από το στόμα, στους άξονες αποτύπωσης στερεώνονται τα εργαστηριακά ανάλογα των εμφυτευμάτων τα οποία αναπαριστούν με ακρίβεια τη θέση των εμφυτευμάτων στο εκμαγείο εργασίας. Το άνω τμήμα τους και το εσωτερικό τους είναι ακριβή αντίγραφα του εμφυτεύματος, ενώ το εξωτερικό μέρος τους εγκιβωτίζεται στη γύψο του εκμαγείου. Η σύνδεσή τους με τα διάφορα εξαρτήματα είναι όμοια με του αντίστοιχου εμφυτεύματος. (***Vigolo et al 2004, Assuncao et al 2004***).

Το κάθε σύστημα εμφυτευμάτων έχει άξονα αποτύπωσης συγκεκριμένου σχήματος. Ταξινομούνται σε άξονες αποτύπωσης για την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου και σε άξονες αποτύπωσης για την τεχνική του κλειστού δισκαρίου. Σε κάποια συστήματα εμφυτευμάτων οι άξονες αποτύπωσης για την τεχνική ανοικτού δισκαρίου έχουν εντελώς διαφορετικό σχήμα από τους άξονες αποτύπωσης για την τεχνική του κλειστού δισκαρίου. Σε άλλα όμως συστήματα οι άξονες αποτύπωσης που χρησιμοποιούνται είναι ίδιοι και για τις δύο τεχνικές και διαφέρουν μόνο στο μήκος της βίδας. Επίσης, όταν η λήψη του αποτυπώματος γίνεται σε επίπεδο εμφυτεύματος, οι άξονες αποτύπωσης συνδέονται απευθείας στην κορυφή των εμφυτευμάτων. Από την άλλη πλευρά, σε κάποιες περιπτώσεις στο στάδιο της αποκάλυψης των εμφυτευμάτων κοχλιώνονται μόνιμα διαβλεννογόνια στηρίγματα, τα οποία δεν αφαιρούνται στα επόμενα στάδια. Σε αυτές τις περιπτώσεις όταν γίνεται η λήψη του αποτυπώματος, οι άξονες αποτύπωσης συνδέονται στην κορυφή του διαβλεννογόνιου στηρίγματος.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους οι άξονες αποτύπωσης διακρίνονται σε μεταλλικούς και πλαστικούς. Οι μεταλλικοί άξονες κοχλιώνονται με βίδα στα εμφυτεύματα ή στα διαβλεννογόνια στηρίγματα. Οι πλαστικοί άξονες εφαρμόζουν στο εσωτερικό των εμφυτευμάτων ή στην κορυφή των διαβλεννογόνιων στηριγμάτων σε κάποια εγκοπή. Όταν κατά την αποτύπωση των εμφυτευμάτων χρησιμοποιούνται πλαστικοί άξονες αποτύπωσης, η αποτύπωση γίνεται με κλειστό δισκάριο και οι πλαστικοί άξονες αποτύπωσης ενσωματώνονται μέσα στο υλικό αποτύπωσης. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε αυτούς τα εργαστηριακά ανάλογα χωρίς να χαθεί η ακριβής θέση τους.

Οι άξονες αποτύπωσης των διαφόρων συστημάτων εμφυτευμάτων διαφέρουν επίσης ως προς το σχήμα τους. Οι Liou και συν. διαπίστωσαν ότι οι άξονες αποτύπωσης διαφορετικού σχήματος είχαν διαφορετικό βαθμό ακρίβειας στην αποτύπωση. Συγκεκριμένα, έγινε συγκριτική μελέτη μεταξύ τριών διαφορετικών ως προς το σχήμα αξόνων αποτύπωσης κλειστού δισκαρίου και βρέθηκε ότι οι άξονες που έφεραν μία ή τρεις επίπεδες κατευθυντήριες επιφάνειες, σε σχέση με εκείνους που είχαν δύο επιφάνειες, διευκόλυναν πολύ περισσότερο στην ακριβή επανατοποθέτησή τους στο υλικό. **(Liou et al 1993)** Επίσης σε έρευνα των Rashidan και συνεργατών **(Rashidan et al 2012)**, διαπιστώθηκε ότι η επίδραση του σχήματος του άξονα αποτύπωσης στην ακρίβεια του αποτυπώματος ήταν μεγαλύτερη της επίδρασης της τεχνικής αποτύπωσης.

Όσον αφορά το σχεδιασμό του άξονα αποτύπωσης, οι Lee και συν. διαπίστωσαν ότι προσθέτοντας επιπλέον 4 χιλ. σε μήκος στον υπάρχοντα άξονα αποτύπωσης, συνέβαλαν στην εξισορρόπηση της ανακρίβειας που προκύπτει κατά την αποτύπωση λόγω της υποουλικής θέσης του εμφυτεύματος. **(Lee et al 2008 February)**. Σε έρευνα επίσης του Sorrentino και συν. **(Sorrentino et al 2010)**, διαπιστώθηκε ότι για την αποτύπωση εμφυτευμάτων εσωτερικής σύνδεσης που είναι κεκλιμένα, προτιμάται η χρήση αξόνων αποτύπωσης με κοντό τμήμα σύνδεσης με το εμφύτευμα. Αντίθετα όταν τα εμφυτεύματα είναι παράλληλα προτιμώνται οι άξονες αποτύπωσης με κανονικό μήκος σύνδεσης με το εμφύτευμα.

## 2.2. Δισκάρια αποτύπωσης

Τα αποτυπωτικά υλικά προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση των στοματικών ιστών, πρέπει να βρίσκονται σε ρευστή κατάσταση κατά την αποτύπωση. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί κάποια μήτρα μέσα στην οποία θα συγκρατηθεί το αποτυπωτικό υλικό σε ρευστή κατάσταση έως ότου πήξει. Οι μήτρες αυτές ονομάζονται δισκάρια αποτύπωσης. **(Καφούσιας και συνεργάτες, σελίδα 146 , υποκεφάλαιο 10.1.)**

Ένα δισκάριο προκειμένου να μην επηρεάζει την πιστότητα και σταθερότητα διαστάσεων ενός αποτυπωτικού υλικού θα πρέπει να έχει κάποια χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να είναι ανένδοτο ώστε να μη μεταβάλλει τη μορφή και το σχήμα του κατά τους χειρισμούς της αποτύπωσης, να μη μεταβάλλει τις διαστάσεις του με τη πάροδο του χρόνου, να επιτρέπει τη στέρεη συγκράτηση του αποτυπωτικού υλικού στα τοιχώματά του, να ακολουθεί την ανατομικότητα των στοματικών ιστών και να μπορεί να αποστειρωθεί. **(Καφούσιας και συνεργάτες, σελίδα 146 , υποκεφάλαιο 10.1.)**

Τα δισκάρια αποτύπωσης που χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση των εμφυτευμάτων είναι είτε προκατασκευασμένα είτε ατομικά.

Τα προκατασκευασμένα είναι είτε μεταλλικά διάτρητα (με ή χωρίς αποσπώμενα μέρη) είτε πλαστικά. Τα μεταλλικά δισκάρια προτιμώνται καθώς είναι πιο άκαμπτα. Τα πλαστικά δισκάρια λόγω της ελαστικότητας τους θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην κατασκευή εκμαγείου εργασίας μειωμένης ακρίβειας.

Τα ατομικά δισκάρια από την άλλη μεριά είναι κατασκευασμένα από αυτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη ή από φωτοπολυμεριζόμενη σύνθετη ρητίνη. Προκειμένου να εξασφαλιστεί μέγιστη σταθερότητα διαστάσεων, τα δισκάρια από αυτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη κατασκευάζονται 24 ώρες πριν τη χρήση τους. Το ίδιο δεν ισχύει για τα δισκάρια που κατασκευάζονται από φωτοπολυμεριζόμενη σύνθετη ρητίνη καθώς αυτή πολυμερίζεται γρηγορότερα και έχει μικρότερη συστολή πολυμερισμού σε σχέση με την αυτοπολυμεριζόμενη μεθυλ-μεθακρυλική ρητίνη.

Τα ατομικά δισκάρια υπερέχουν των προκατασκευασμένων ως προς την ακρίβεια αποτύπωσης. Καθώς είναι εξατομικευμένα, ακολουθούν την ανατομικότητα των στοματικών ιστών με αποτέλεσμα κατά την αποτύπωση το πάχος του αποτυπωτικού υλικού να είναι ομοιόμορφο. Αυτό οδηγεί σε λιγότερες τάσεις λόγω συστολής κατά τον πολυμερισμό του αποτυπωτικού υλικού και κατά συνέπεια σε πιο ακριβές αποτύπωμα. (**Burns et al 2003**) Επίσης η τοποθέτησή τους στο στόμα είναι πιο εύκολη καθώς το μέγεθός τους αντιστοιχεί απόλυτα σε αυτό, ενώ εξοικονομείται υλικό με την χρήση τους. Με τη χρήση του κατάλληλου συγκολλητικού παράγοντα επιτυγχάνεται η συγκράτηση του αποτυπωτικού υλικού σε αυτά.

Σε έρευνα των Burns και συν. (**Burns et al 2003**) έγινε σύγκριση της επίδρασης των ατομικών δισκαρίων και των προκατασκευασμένων πλαστικών δισκαρίων του εμπορίου στην ακρίβεια των αποτυπωμάτων των εμφυτευμάτων. Συγκεκριμένα μετρήθηκε ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στα εμφυτευματικά ανάλογα και τον μεταλλικό σκελετό που προέκυψε μετά από κάθε αποτύπωμα. Βρέθηκε ότι τα ατομικά δισκάρια οδηγούν σε πιο ακριβή αποτυπώματα και εκμαγεία εργασίας από τα πλαστικά δισκάρια του εμπορίου. Η διαφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης ήταν στατιστικά σημαντική. Ωστόσο η διαφορά αυτή ήταν μεγαλύτερος σχισμοειδής χώρος κατά 10 μm στους μεταλλικούς σκελετούς που προέκυψαν από τα πλαστικά δισκάρια του εμπορίου, διαφορά που είναι μικρής κλινικής σημασίας καθώς οι διαφορές που ανιχνεύονται κλινικά είναι άνω των 60 μm.

### **3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ**

#### **3.1. Αποτύπωση σε επίπεδο εμφυτεύματος και σε επίπεδο διαβλεννογόνιου στηρίγματος**

Αναφορικά με τον τρόπο λήψης του αποτυπώματος σε σχέση με τα στοιχεία του εμφυτεύματος διακρίνεται η αποτύπωση σε επίπεδο εμφυτεύματος και σε επίπεδο διαβλεννογόνιου στηρίγματος.

Πιο διαδεδομένη είναι η αποτύπωση σε επίπεδο εμφυτεύματος, η οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν τα εμφυτεύματα έχουν τοποθετηθεί με μη ευνοϊκές κλίσεις καθώς και σε περιπτώσεις έλλειψης χώρου στο κατακόρυφο επίπεδο διότι επιτρέπει τον σχεδιασμό της αποκατάστασης από χαμηλότερη θέση. Ο άξονας αποτύπωσης συνδέεται απευθείας με το εμφύτευμα και στο εκμαγείο εργασίας αναπαριστάται η πλατφόρμα του εμφυτεύματος και ο μηχανισμός σύνδεσης με ακριβή προσανατολισμό, η θέση και η κλίση του εμφυτεύματος καθώς και η σχέση του με τα παρακείμενα δόντια ή εμφυτεύματα. **(Choi et al 2007)**

Προκειμένου να γίνει αποτύπωση σε επίπεδο διαβλεννογόνιου στηρίγματος θα πρέπει πρώτα να έχει προηγηθεί η επιλογή και τοποθέτησή του. Με την αποτύπωση σε επίπεδο διαβλεννογόνιου στηρίγματος δεν είναι δυνατή η τροποποίηση ή αντικατάστασή του και χρησιμοποιείται κυρίως σε κοχλιούμενες εργασίες. Η επιλογή του στηρίγματος γίνεται κυρίως με βάση το πάχος των μαλακών ιστών ώστε το όριο της αποκατάστασης να βρίσκεται περίπου στο ίδιο ύψος με τον περιεμφυτευματικό βλεννογόνο. Επίσης στην περίπτωση που το εμφύτευμα έχει τοποθετηθεί με κλίση, επιλέγεται κεκλιμένο διαβλεννογόνο στήριγμα. Στο εκμαγείο εργασίας αναπαριστάται πλέον η θέση του διαβλεννογόνιου στηρίγματος χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το υποκείμενο εμφύτευμα.

#### **3.2. Τεχνική ανοικτού και κλειστού δισκαρίου (Συμβατική αποτύπωση)**

Δύο είναι οι βασικές τεχνικές αποτύπωσης που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μεταφορά της θέσης των εμφυτευμάτων από το στόμα στο εκμαγείο εργασίας. Αυτές είναι η άμεση τεχνική (τεχνική ανοικτού δισκαρίου) και η έμμεση τεχνική (τεχνική κλειστού δισκαρίου). Παραλλαγή της τεχνικής ανοικτού δισκαρίου είναι η τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης.

#### α) Άμεση τεχνική-τεχνική ανοικτού δισκαρίου

Στην άμεση τεχνική οι άξονες αποτύπωσης (ή τα ανάλογα μεταφοράς) ενσωματώνονται στο υλικό αποτύπωσης κατά τη λήψη του τελικού αποτυπώματος και αφαιρούνται ταυτόχρονα από το στόμα, μετά την πήξη του υλικού.

Τα αποτυπωτικά δισκάρια που χρησιμοποιούνται επίσης, μπορεί να είναι τροποποιημένα πλαστικά δισκάρια του εμπορίου ή ατομικά ακρυλικά, κατασκευασμένα μετά τη λήψη ενός αρχικού αποτυπώματος αλγινικού. Επίσης υπάρχουν και μεταλλικά δισκάρια, από τα οποία μπορεί να αφαιρεθούν ένα ή περισσότερα τμήματα για να διαπεράσουν οι άξονες αποτύπωσης **(Μπίκος και συνεργάτες 2013)**

Οι άξονες αποτύπωσης που χρησιμοποιούνται στην τεχνική ανοικτού δισκαρίου, έχουν μακριές βίδες συγκράτησης, οι οποίες διαπερνούν το αποτυπωτικό υλικό σε όλο του το πάχος και εξέρχουν από τη θυρίδα του δισκαρίου. Μετά τον πολυμερισμό του υλικού οι βίδες συγκράτησης αποκοχλιώνονται και αφαιρούνται πλήρως από τον άξονα αποτύπωσης και το εμφύτευμα. Οι άξονες αποτύπωσης μένουν ενσωματωμένοι στο αποτυπωτικό υλικό όπως προαναφέρθηκε. Στη συνέχεια τα εργαστηριακά ανάλογα των εμφυτευμάτων τοποθετούνται στις βάσεις των αξόνων αποτύπωσης που εξέρχουν από το υλικό αποτύπωσης και κοχλιώνεται η βίδα στερέωσης του άξονα από την άλλη πλευρά του αποτυπώματος. **(Μπίκος και συνεργάτες 2013)**

#### Πλεονεκτήματα τεχνικής ανοικτού δισκαρίου

- 1) Καθώς οι άξονες αποτύπωσης μένουν ενσωματωμένοι στο αποτυπωτικό υλικό, δεν απαιτείται το στάδιο της επανατοποθέτησής τους στο εργαστήριο, στάδιο στο οποίο μπορεί να γίνουν λάθη κλίσης ή στροφής των αξόνων.
- 2) Ασκοούνται λιγότερες πιέσεις στη μάζα του αποτυπωτικού υλικού κατά την αφαίρεση από το στόμα, καθώς δε χρειάζεται να απαγκιστρωθεί από τους άξονες αποτύπωσης
- 3) Διευκολύνεται η αποτύπωση εμφυτευμάτων που συγκλείουν στην κορυφή τους ή παρουσιάζουν μεγάλη εγγύτητα.

#### Μειονεκτήματα τεχνικής ανοικτού δισκαρίου

- 1) Απαιτείται η χρήση ατομικού δισκαρίου ή η τροποποίηση των δισκαρίων εμπορίου
- 2) Απαιτείται η αποκάλυψη των βιδών στερέωσης πριν από την πήξη του υλικού αποτύπωσης

- 3) Λόγω του αυξημένου ύψους των βιδών παρουσιάζεται δυσκολία κατά την κλινική εφαρμογή στις περιοχές των οπίσθιων δοντιών. Επίσης αντενδείκνυται σε ασθενείς με μειωμένη κατάσταση της κάτω γνάθου
- 4) Απαιτείται περισσότερος χρόνος παραμονής του δισκαρίου στο στόμα, καθώς πριν από την αφαίρεσή του πρέπει να προηγηθεί η αφαίρεση όλων των βιδών στερέωσης των αξόνων αποτύπωσης.

## β) Έμμεση τεχνική- τεχνική κλειστού δισκαρίου

Στην έμμεση τεχνική, το δισκάριο αποτύπωσης (ατομικό ή εμπορίου) στην περιοχή των εμφυτευμάτων είναι χωρίς θυρίδα. Κατά την διαδικασία της λήψης του αποτυπώματος οι άξονες αποτύπωσης παραμένουν συναρμολογημένοι στα εμφυτεύματα και χρησιμοποιούνται σαν παρασκευασμένα δόντια. Για το λόγο αυτό, οι άξονες αποτύπωσης κλειστού δισκαρίου έχουν μικρότερο ύψος από τους αντίστοιχους άξονες αποτύπωσης ανοικτού δισκαρίου και πιο κοντές βίδες στερέωσης οι οποίες δεν προεξέχουν από την κεφαλή του άξονα. Μετά την πήξη του υλικού, το δισκάριο αφαιρείται από το στόμα χωρίς τους άξονες αποτύπωσης.

Στη συνέχεια γίνεται η αποκοχλίωση του άξονα, η κοχλίωσή του σε ανάλογο εμφυτεύματος και η επανατοποθέτηση του συναρμολογημένου ζεύγους στις αντίστοιχες θέσεις εντός του αποτυπώματος. Κάποιες εταιρείες επίσης, συστήνουν τη χρήση ειδικού πλαστικού εξαρτήματος, το οποίο τοποθετείται πάνω από την κεφαλή του άξονα και παραμένει εγκλωβισμένο στο αποτυπωτικό υλικό. Το πλαστικό αυτό βοηθητικό στοιχείο, επειδή επιτρέπει την τοποθέτηση του άξονα σε μία μόνο θέση χωρίς εμβύθιση ή περιστροφή, μπορεί να συμβάλλει στη μεγαλύτερη ακρίβεια του εκμαγείου εργασίας. .

**(Μπίκος και συνεργάτες 2013)**

## Πλεονεκτήματα τεχνικής κλειστού δισκαρίου

- 1) Θεωρείται απλή τεχνική που παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με τη συνήθη αποτύπωση φυσικών δοντιών
- 2) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με άνεση σε όλες τις περιοχές του στόματος χωρίς υπέρμετρη κατάσταση της κάτω γνάθου
- 3) Με την τεχνική αυτή είναι δυνατή η ταυτόχρονη αποτύπωση δοντιών και εμφυτευμάτων
- 4) Δεν απαιτείται η χρήση ατομικού δισκαρίου ή η τροποποίηση του προκατασκευασμένου
- 5) Ο συνολικός χρόνος παραμονής του υλικού στο στόμα είναι μικρότερος από την τεχνική ανοικτού δισκαρίου καθώς δεν υπάρχει ανάγκη αφαίρεσης των βιδών στερέωσης των αξόνων αποτύπωσης

### Μειονεκτήματα τεχνικής κλειστού δισκαρίου

- 1) Η επανατοποθέτηση των αξόνων αποτύπωσης στο υλικό μπορεί να οδηγήσει σε ανακρίβειες στο εκμαγείο εργασίας, ειδικά αν δεν χρησιμοποιηθεί το πλαστικό βοηθητικό στοιχείο
- 2) Η αφαίρεση του αποτυπώματος πάνω από τους άξονες αποτύπωσης μπορεί να προκαλέσει εγκλεισμό τάσεων στη μάζα του αποτυπωτικού υλικού
- 3) Παρουσιάζεται δυσκολία στην αφαίρεση του αποτυπώματος επί εμφυτευμάτων με μεγάλη κλίση
- 4) Η ακρίβεια της αποτύπωσης εμφυτευμάτων με μεγάλη εγγύτητα είναι αμφίβολη. Αυτό συμβαίνει γιατί σε περίπτωση χρήσης κλειστού δισκαρίου, το αποτυπωτικό υλικό δε θα μπορούσε να εισχωρήσει ανάμεσα στα εμφυτεύματα και το λεπτό στρώμα δε θα εξασφάλιζε την ασφαλή επανατοποθέτηση των αξόνων αποτύπωσης.
- 5) Η ακρίβεια του αποτυπώματος μπορεί να επηρεαστεί από το σχεδιασμό του άξονα αποτύπωσης

Με την σύγκριση της ακρίβειας αποτύπωσης των παραπάνω τεχνικών αποτύπωσης, δηλαδή της τεχνικής του ανοικτού δισκαρίου και της τεχνικής του κλειστού δισκαρίου, έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές. Συγκεκριμένα, όπως προκύπτει από τις πρόσφατες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις των Baig και συνεργατών (**Baig et al January 2014, Baig et al July 2014**) καθώς και των Gallucci και συνεργατών (**Gallucci et al 2011**), δεν είναι ξεκάθαρο αν υπερτερεί μία από τις δύο μεθόδους. Σε αρκετές από τις έρευνες που μελετήθηκαν βρέθηκε ότι η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου έδωσε πιο ακριβή εκμαγεία από την τεχνική του κλειστού δισκαρίου. Σε αντίστοιχο επίσης αριθμό ερευνών βρέθηκε ότι δεν παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στις δύο τεχνικές. Από την άλλη μεριά στις περισσότερες έρευνες με τέσσερα ή περισσότερα εμφυτεύματα (**Mpikos et al 2013, Del'Acqua et al 2008, Assuncao et al 2004, Baig et al January 2014, Carr et al 1991**) υποστηρίζεται ότι με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου προκύπτουν ακριβέστερα εκμαγεία, ενώ σε περιπτώσεις με τρία ή λιγότερα εμφυτεύματα δεν παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στις δύο τεχνικές. Οι Μπίκος και συνεργάτες (**Mpikos et al 2013**) εξετάζοντας την επίδραση της κλίσης των εμφυτευμάτων σε συνδυασμό με την τεχνική αποτύπωσης, διαπίστωσε ότι η ακρίβεια αποτύπωσης των εμφυτευμάτων εξωτερικής σύνδεσης δεν επηρεάζεται από την τεχνική αποτύπωσης ούτε από την κλίση των εμφυτευμάτων. Το παραπάνω συμπέρασμα δεν ισχύει για τα εμφυτεύματα εσωτερικής σύνδεσης, των οποίων η αποτύπωση επηρεάζεται αρνητικά όταν η κλίση τους είναι 25 μοίρες.

γ) Ακίνητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης στην τεχνική ανοικτού δισκαρίου

Προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια αποτύπωσης, έχει προταθεί η ναρθηκοποίηση των αξόνων αποτύπωσης πριν από τη λήψη του αποτυπώματος.

Η ναρθηκοποίηση διαθέτει το πλεονέκτημα της πλήρους ακαμψίας των αξόνων αποτύπωσης ακόμα και κατά την αφαίρεση του αποτυπώματος, αλλά και το μειονέκτημα του πρόσθετου χρόνου προετοιμασίας που απαιτείται για το αποτύπωμα, κατά τη διάρκεια του οποίου ο ασθενής δεν μπορεί να κλείσει το στόμα του. **(Μπίκος και συνεργάτες 2013)** Επιπρόσθετα, τα πιθανά προβλήματα που θα μπορούσαν να παρουσιαστούν με την τεχνική ακίνητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης, είναι η παραμόρφωση των υλικών ναρθηκοποίησης ή η θραύση της σύνδεσης ανάμεσα στο υλικό ναρθηκοποίησης και τους άξονες αποτύπωσης. **(Lee et al October 2008)**.

Οι Kim και συν. μελέτησαν την ακρίβεια των αποτυπωμάτων με τη βοήθεια αρκετών εργαστηριακών σταδίων και απέδειξαν ότι η μη ακίνητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης ενδείκνυται κατά το στάδιο της αποτύπωσης, ενώ με την ακίνητοποίηση τους επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια στο στάδιο χύτευσης του μεταλλικού σκελετού της επιεμφυτευματικής αποκατάστασης.

Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ακίνητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης είναι η αυτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη, η φωτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη, η σύνθετη ρητίνη διπλού πολυμερισμού, υλικό καταγραφής από σιλικόνη, υλικό καταγραφής από πολυαιθέρα, γύψος, μεταλλικές φρέζες και ορθοδοντικό σύρμα **(Baig et al July 2014, Wenz et al 2008)**. Στις περισσότερες έρευνες που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία, χρησιμοποιήθηκε ως υλικό ναρθηκοποίησης των αξόνων αποτύπωσης αυτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη από μεθακρυλικό μεθύλιο σε συνδυασμό με οδοντικό νήμα ή μεταλλικές φρέζες. Όσον αφορά τη συστολή πολυμερισμού της ακρυλικής ρητίνης, έχει βρεθεί σε in vitro έρευνα ότι η συνολική συστολή πολυμερισμού της ακρυλικής ρητίνης Duralay είναι 7,9% μετά από το διάστημα μίας μέρας. Ωστόσο το 80 % αυτής της συστολής πολυμερισμού συντελείται μέσα στα πρώτα 17 λεπτά της μίξης της σε θερμοκρασία δωματίου **(Lee et al October 2008)**. Για το λόγο αυτό πολλοί κλινικοί και ερευνητές συνιστούν 24 ώρες πριν τη λήψη του τελικού αποτυπώματος, εφόσον έχουν συνδεθεί οι άξονες αποτύπωσης με το ακρυλικό ώστε να έχει ολοκληρωθεί ο πολυμερισμός του, να διαχωρίζουν το υλικό ακίνητοποίησης σε τμήματα αφήνοντας μικρό κενό μεταξύ τους. Στη συνέχεια ενδοστοματικά, λίγο πριν τη λήψη του αποτυπώματος θα γίνεται η ένωσή τους με ελάχιστη ποσότητα από το ίδιο υλικό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται περιορισμός του μεγέθους της συστολής πολυμερισμού της ακρυλικής ρητίνης, οπότε και αποφυγή παραμόρφωσης του αποτυπώματος **(Cabral et al 2007)**



Στην βιβλιογραφία αρκετές έρευνες έχουν ασχοληθεί με τη σύγκριση της ακρίβειας αποτύπωσης της τεχνικής ανοικτού δισκαρίου χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης και της αντίστοιχης με σύνδεση των αξόνων αποτύπωσης. Οι Lee και συνεργάτες (**Lee et al 2008**) σε μία συστηματική ανασκόπηση εργαστηριακών μελετών, ερεύνησαν 17 μελέτες οι οποίες ασχολούνταν με την χρησιμότητα της ακινητοποίησης των αξόνων αποτύπωσης. Σε 7 από αυτές τις μελέτες βρέθηκε ότι υπερέχει η τεχνική ανοικτού δισκαρίου με συνδεδεμένους τους άξονες αποτύπωσης, σε 3 από αυτές βρέθηκε ότι υπερέχει η τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ασύνδετους άξονες αποτύπωσης, ενώ σε άλλες 7 έρευνες βρέθηκε ότι δεν υπάρχει διαφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης ανάμεσα στις δύο τεχνικές. Βρέθηκε επίσης, ότι όταν τα εμφυτεύματα είναι εσωτερικής σύνδεσης είναι πιο ακριβής η άμεση τεχνική με συνδεδεμένους τους άξονες αποτύπωσης.

Σε δύο συστηματικές ανασκοπήσεις (**Baig et al January 2014, Baig et al July 2014**) έγινε σύγκριση των τεχνικών αποτύπωσης σε πολλαπλά εμφυτεύματα. Στην ανασκόπηση του Ιανουαρίου (**Baig et al January 2014**), από τις 30 έρευνες που εξετάστηκαν, στις 13 υπερίσχυσε η τεχνική αποτύπωσης με ενωμένους άξονες αποτύπωσης ενώ στις υπόλοιπες 17 δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης ανάμεσα στις δύο τεχνικές (με ακινητοποίηση των αξόνων ή χωρίς). Στην ανασκόπηση του Ιουλίου (**Baig et al July 2014**) παρομοίως, από τις 24 έρευνες που εξετάστηκαν, στις 7 βρέθηκε να υπερισχύει η αποτύπωση με ενωμένους άξονες αποτύπωσης ενώ στις 10 από αυτές δεν παρατηρήθηκε διαφορά ανάμεσα στην ακινητοποίηση τους ή στην απουσία αυτής. Ωστόσο παρατηρήθηκε ότι στην κλινική έρευνα των Παπασπυριδάκου και συνεργατών (**Papaspyridakos et al 2011**), βρέθηκε ότι η τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ακινητοποιημένους άξονες αποτύπωσης είναι πιο ακριβής από την τεχνική ανοικτού δισκαρίου χωρίς σύνδεση αξόνων αποτύπωσης. Η κλινική έρευνα των Παπασπυριδάκου και συνεργατών (**Papaspyridakos et al 2011**) έρχεται σε συμφωνία με παλιότερες εργαστηριακές έρευνες που αφορούν ολική νωδότητα στην οποία τοποθετούνται τέσσερα ή περισσότερα εμφυτεύματα (**Assif et al 1996, Vigolo et al 2003, Vigolo et al 2004**).

Εκτός όμως από την κλινική έρευνα που αναφέρθηκε, ο Παπασπυριδάκος και οι συνεργάτες του (**Papaspyridakos et al 2014**) ασχολήθηκαν με μία ανασκόπηση ερευνών που αφορούσαν την αποτύπωση εμφυτευμάτων σε περιπτώσεις μερικής αλλά και ολικής νωδότητας. Καθώς ελέγχθηκε η επίδραση της ακινητοποίησης των αξόνων αποτύπωσης στην ακρίβεια των αποτυπωμάτων, διαπιστώθηκε ότι αυτή υπερέχει της τεχνικής αποτύπωσης χωρίς ακινητοποίηση. Επίσης, βρέθηκε σε 3 κλινικές και σε 3 εργαστηριακές μελέτες ότι όταν τα εμφυτεύματα είναι κεκλιμένα, είναι καλύτερα να γίνεται ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης για να επιτευχθεί πιο ακριβής αποτύπωση. Σε αυτό το συμπέρασμα κατέληξε και η εργαστηριακή μελέτη της

Καββαδία. Τέλος, απόλυτη κλινική ένδειξη για ακινητοποίηση είναι όταν οι άξονες αποτύπωσης βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους και δεν υπάρχει χώρος για το υλικό αποτύπωσης.

### 3.3. Τεχνική αποτύπωσης μαλακών ιστών και περιοχών γεφυρωμάτων

#### α) Κατασκευή εξατομικευμένου άξονα αποτύπωσης

Προκειμένου να εξατομικευτεί ο άξονας αποτύπωσης ώστε να καταγράφονται οι μαλακοί ιστοί γύρω από το εμφύτευμα, ακολουθείται η εξής διαδικασία. Αφού πρώτα έχει επιτευχθεί η επιθυμητή αισθητική των μαλακών ιστών χρησιμοποιώντας μία προσωρινή επιεμφυτευματική πρόσθεση, την αφαιρούμε από το στόμα. Στο εργαστήριο, βιδώνεται ένα ανάλογο εμφυτεύματος σε αυτήν και στη συνέχεια καλύπτεται με αποτυπωτικό υλικό το υποβλεννογόνιο τμήμα της προσωρινής αποκατάστασης. Μετά την πήξη του αποτυπωτικού υλικού γίνεται αφαίρεση της προσωρινής αποκατάστασης και βιδώνεται ένας άξονας αποτύπωσης στο ανάλογο εμφυτεύματος. Στο χώρο ανάμεσα στον άξονα αποτύπωσης και το υλικό αποτύπωσης, τοποθετείται ακρυλική ρητίνη. Μετά την πήξη της ο άξονας αποτύπωσης με την ακρυλική ρητίνη χρησιμοποιείται για να μεταφερθεί η θέση των εμφυτευμάτων και η σχέση τους με τους μαλακούς ιστούς από το στόμα στο εκμαγείο. **(Chee et al 2006)**

#### β) Μεταφορά του σχήματος των μαλακών ιστών από το στόμα στο εκμαγείο εργασίας με οδηγό την προσωρινή αποκατάσταση

Η προσωρινή αποκατάσταση αφαιρείται από το στόμα του ασθενούς και βιδώνεται στο ανάλογο του εμφυτεύματος στο εκμαγείο εργασίας. Τα τμήματα της γύψου στο εκμαγείο εργασίας που βρίσκονται γύρω από το ανάλογο του εμφυτεύματος αφαιρούνται. Αφού η προσωρινή αποκατάσταση έχει εδραθεί στη σωστή θέση στο εκμαγείο εργασίας γίνεται έγχυση αποτυπωτικού υλικού γύρω από αυτήν. Όταν πήξει το αποτυπωτικό υλικό αφαιρείται η προσωρινή αποκατάσταση και το σχήμα των μαλακών ιστών έχει πλέον αποτυπωθεί στο εκμαγείο εργασίας. **(Chee et al 2006)**

#### γ) Ενσωμάτωση της προσωρινής αποκατάστασης στο αποτύπωμα

Όταν χρησιμοποιούνται κοχλιούμενες αποκαταστάσεις, η ίδια η προσωρινή αποκατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως άξονας αποτύπωσης ανοικτού δισκαρίου. Μετά την πήξη του υλικού αποτύπωσης αφαιρείται από το στόμα το αποτύπωμα μαζί με την προσωρινή αποκατάσταση. Στο εργαστήριο κατασκευάζεται ένα εκμαγείο εργασίας στο οποίο αποτυπώνεται η θέση του εμφυτεύματος και το σχήμα των μαλακών ιστών γύρω από αυτό. **(Chee et al 2006)**

### 3.4. Ψηφιακή αποτύπωση

Η ψηφιακή εμφυτευματολογία έχει μετασχηματίσει τη σχέση ανάμεσα στον οδοντίατρο και το οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Τα ψηφιακά αποτυπώματα αποτελούν τον πιο σημαντικό παράγοντα αυτής της σχέσης. Τα ψηφιακά συστήματα αποτύπωσης συλλαμβάνουν ψηφιακά δεδομένα μέσω των οποίων αντιγράφονται οι σκληροί και μαλακοί ιστοί της στοματικής κοιλότητας και αντικαθιστούν τα ελαστομερή αποτυπωτικά υλικά.

Δύο είναι τα είδη της ψηφιακής αποτύπωσης: Α) Ο πρώτος τύπος ψηφιακής αποτύπωσης συλλαμβάνει εικόνες με τη μορφή ψηφιακών φωτογραφιών τις οποίες ενώνει το λογισμικό του υπολογιστή. Β) Ο δεύτερος τύπος ψηφιακής αποτύπωσης συλλαμβάνει εικόνες με τη μορφή ψηφιακού «βίντεο».

Οι ψηφιακοί οπτικοί σαρωτές είναι αξιόπιστοι γενικά, όμως κάποια συστήματα απαιτούν πρώτα επίστρωση με σκόνη. Ως πλεονέκτημα της χρήσης τους θα μπορούσε να αναφερθεί η εξάλειψη της ανάγκης για δισκάρια αποτύπωσης και για αποτυπωτικά υλικά. Επίσης όταν γίνεται λήψη ενός αποτυπώματος με συμβατικό τρόπο, το αποτύπωμα πρέπει να απολυμανθεί και να σταλεί στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο εγκαίρως, προκειμένου να κατασκευαστεί το εκμαγείο εργασίας. Αντιθέτως όταν γίνεται ψηφιακή αποτύπωση, η διαδικασία σάρωσης των στοματικών ιστών είναι πιο ευχάριστη και εύκολα ανεκτή από τον ασθενή και τα στοιχεία που προκύπτουν από την σάρωση μπορούν να σταλούν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Εξοικονομείται επίσης χρόνος και χώρος καθώς τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν στον υπολογιστή και δεν χρειάζεται να κρατηθεί οδοντιατρικό αρχείο με τη μορφή γύψινων εκμαγείων. Καταλήγοντας, με την ψηφιακή αποτύπωση θα μπορούσαν να ελαχιστοποιηθούν λάθη και ατέλειες υλικού όπως κενά, φυσαλίδες, ανεπαρκής πολυμερισμός και στρεβλώσεις.

Περιοριστικός παράγοντας βέβαια αποτελεί το υψηλό κόστος των ψηφιακών σαρωτών καθώς και η διαδικασία και ο χρόνος εκπαίδευσης στα ψηφιακά συστήματα ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τον αρτιότερο τρόπο.

Τα ψηφιακά συστήματα έχουν ήδη αρχίσει να χρησιμοποιούνται στην αποτύπωση δοντιών και σιγά σιγά γίνονται όλο και πιο δημοφιλή. Ωστόσο το δείγμα των ερευνών που αφορούν την ψηφιακή αποτύπωση εμφυτευμάτων είναι πάρα πολύ μικρό. Συγκεκριμένα περιορίζεται σε μερικές εργαστηριακές έρευνες και σε αναφορές περιστατικών. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να γίνουν περισσότερες έρευνες κατά τις οποίες θα μελετηθεί κλινικά η ακρίβεια των ψηφιακών έναντι των συμβατικών τεχνικών αποτύπωσης. **(Papaspiridakos et al 2014)**

Εφόσον δεν έχει μελετηθεί επαρκώς σε κλινικό επίπεδο η αποτύπωση των εμφυτευμάτων με ψηφιακά συστήματα, κυρίαρχος τρόπος αποτύπωσης των εμφυτευμάτων συνεχίζει να είναι ο συμβατικός. Ωστόσο παρά τις πολλές έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με τις συμβατικές τεχνικές αποτύπωσης καθώς και τα υλικά αποτύπωσης που χρησιμοποιούνται, δεν έχει βρεθεί ο κατάλληλος συνδυασμός υλικού και τεχνικής αποτύπωσης που θα μπορούσε να θεωρηθεί πανάκεια για την κλινική πράξη και να οδηγήσει στην παθητική εφαρμογή των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων.

#### **4. ΥΛΙΚΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ**

Σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της αποτύπωσης των εμφυτευμάτων και των γειτονικών τους ιστών διαδραματίζουν τα υλικά αποτύπωσης. Το κάθε υλικό αποτύπωσης έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντική η γνώση των ιδιοτήτων τους ώστε κάθε φορά να επιλέγεται το κατάλληλο υλικό αποτύπωσης, η σωστή χρήση του οποίου θα οδηγήσει σε ένα ακριβές αποτύπωμα.

Ένα αποτυπωτικό υλικό θα πρέπει να έχει συγκεκριμένες ιδιότητες. Κλινικά θα πρέπει να έχει υψηλό βαθμό πιστότητας και να αποδίδει καλά τις λεπτομέρειες. Επίσης να διαθέτει πλαστικότητα κατά το στάδιο της αποτύπωσης και ελαστικότητα και αντοχή στην απόσχιση κατά το στάδιο της αφαίρεσής του από το στόμα, ώστε να μην παραμορφώνεται μόνιμα μετά από τάση, να παρουσιάζει ικανοποιητική διαβροχή και επαρκή χρόνο εργασίας, να είναι βιοσυμβατό, ανεκτό από τον ασθενή, υποαλλεργικό και εύχρηστο. Όσον αφορά το εργαστηριακό περιβάλλον, θα πρέπει να διατηρεί για αρκετό χρονικό διάστημα σταθερές τις διαστάσεις του, κάτω από συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που συνήθως επικρατούν στο εργαστήριο και ιδανικά να μπορούν να κατασκευαστούν από αυτό πολλά εκμαγεία. Πολύ σημαντικό επίσης είναι να μπορεί να απολυμανθεί χωρίς να επηρεαστεί η ποιότητα της αποτύπωσης.

Στην επανορθωτική οδοντιατρική χρησιμοποιούνται για τη λήψη των αποτυπωμάτων υλικά με ελαστικές ιδιότητες, που ονομάζονται ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά. Τα υλικά αυτά προέρχονται από τον πολυμερισμό διαφόρων ουσιών και έχουν σαν κοινό χαρακτηριστικό το ότι είναι ελαστικά πολυμερή με μεγάλο μοριακό βάρος. Οι κύριοι τύποι ελαστομερών αποτυπωτικών υλικών είναι τα πολυσουλφίδια ή ελαστικομερή της μερκαπτάνης, οι σιλικόνες (συμπύκνωσης ή προσθήκης) και οι πολυαιθέρες.

Οι τρεις τύποι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την σταθερότητα διαστάσεων μέσα σε 24 ώρες από τη λήψη του αποτυπώματος. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην διαφορετική συστολή λόγω πολυμερισμού. Συγκεκριμένα, τα πολυσουλφίδια και οι σιλικόνες συμπύκνωσης εμφανίζουν μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων κατά την εφαρμογή τους η οποία κυμαίνεται μεταξύ -0,4% με -0,6%. Η συρρίκνωση οφείλεται σε εξάτμιση παραπροϊόντων και την ανακατάνομή των δεσμών κατά τον πολυμερισμό. Από την άλλη μεριά οι σιλικόνες προσθήκης εμφανίζουν τη μικρότερη μεταβολή περίπου -0,05% και ακολουθούν οι πολυαιθέρες με -0,1%. Η συστολή πολυμερισμού είναι μικρότερη σε αυτά τα υλικά γιατί δεν υπάρχουν παραπροϊόντα κατά την αντίδραση πολυμερισμού. **(Καφούσιας και συνεργάτες σελίδα 160 υποκεφάλαιο 10.12, Del'Acqua et al 2012)**

Προσφέρονται επίσης σε τρεις πυκνότητες: λεπτόρρευστη, κανονική και πυκνόρρευστη. Οι σιλικόνες προσφέρονται επιπλέον και με σύσταση ζυμώδη (στοκώδη). Ανάλογα με τον κατασκευαστή, το κάθε υλικό μπορεί να διατίθεται είτε σε σωληνάρια ή φύσιγγες και σε δοχεία για ανάμιξη με τα χέρια είτε σε ειδικά μηχανήματα αυτόματης ανάμιξης. Τα προϊόντα αυτόματης ανάμιξης δε χρειάζονται ειδικό χαρτί και ανάμιξη με σπάτουλα και η χρήση τους απαιτεί λιγότερο χρόνο. Επίσης με τη συσκευή ανάμιξης καταναλώνεται μικρότερη ποσότητα υλικού και εξασφαλίζεται ομοιογενές μίγμα του αποτυπωτικού υλικού χωρίς φυσαλίδες, που ευνοεί την κατασκευή ακριβέστερων εκμαγείων εργασίας.

Ως υλικά επιλογής για την αποτύπωση των εμφυτευμάτων αναφέρονται οι πολυαιθέρες και οι σιλικόνες αθροιστικού τύπου (πολυβινυλ-σιλοξάνες).

#### 4.1. Σιλικόνες προσθήκης (Πολυβινυλ-σιλοξάνες)

Σε αντίθεση με τις σιλικόνες συμπίκνωσης οι οποίες κατά την αντίδραση πήξης τους απελευθερώνουν υδρογόνο ως παραπροϊόν, οι σιλικόνες προσθήκης πολυμερίζονται με διαφορετικό τρόπο με αποτέλεσμα να μην παράγεται παραπροϊόν κατά την πήξη τους και να χαρακτηρίζονται από σταθερότητα διαστάσεων. Αποτελούνται από πολυ-διμεθυλοσιλοξάνη στην οποία μερικές ακραίες μεθυλομάδες έχουν αντικατασταθεί από υδρογόνα και από βινυλομάδες. Σαν καταλύτης της αντίδρασης χρησιμοποιείται το χλωροπλατινικό οξύ. Η πυκνότητα της τροποποιείται με την αλλαγή της ποσότητας του πυριτίου, το οποίο συντελεί στην παραγωγή παχύρρευστου ή λεπτόρρευστου υλικού αποτύπωσης.

Λόγω της μικρής συστολής πολυμερισμού που εμφανίζει (μόνο 0,05 %) χαρακτηρίζεται από μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων και εξαιρετική ικανότητα αναπαραγωγής των λεπτομερειών. Επίσης χαρακτηρίζεται από αντοχή στη μόνιμη παραμόρφωση, μικρή ανάπτυξη τάσεων κατά τη συμπίεση και αντοχή στην απόσχιση. Εμφανίζει ακόμη μεγάλη σκληρότητα μετά τον πολυμερισμό της, γεγονός που θα μπορούσε να δυσκολέψει την αφαίρεση του αποτυπώματος από το στόμα, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν γεφυρώματα ή δόντια με έντονη ανατομικότητα ή μεγάλη ευσειστότητα. Επιπλέον, έχει ικανοποιητική ροή και δε χρειάζεται να ληφθούν πολλά διορθωτικά αποτυπώματα. Επειδή δεν παρουσιάζει κατά τον πολυμερισμό της παραπροϊόντα αντίδρασης, απουσιάζουν οι αλλεργικές ή τοξικές αντιδράσεις. **(Καφούσιας και συνεργάτες σελίδα 169 υποκεφάλαιο 10.12.3, Del'Acqua et al 2012)** Ωστόσο η σιλικόνη αθροιστικού τύπου είναι επιρρεπής σε επιμόλυνση. Αν οποιαδήποτε ουσία εισχωρήσει στον καταλύτη και μπλοκάρει τη διασταύρωση των αλυσίδων, οδηγεί στη δημιουργία κολλώδους επιφάνειας. Στον χώρο του οδοντιατρείου κάτι ανάλογο μπορεί να συμβεί αν το απολυμέριστο αποτυπωτικό υλικό έρθει σε επαφή με γάντια από latex.

Στην περίπτωση αυτή ο πολυμερισμός του υλικού καθυστερεί ή δεν ολοκληρώνεται.

Η σιλικόνη προσθήκης επίσης είναι θερμικά ευαίσθητο υλικό, γι' αυτό προτείνεται η αποθήκευσή του σε κρύο μέρος και μακριά από το φως του ήλιου. Επίσης είναι υδρόφοβη και παρουσιάζει μικρή ικανότητα διαβροχής λόγω της χημικής της δομής, με αποτέλεσμα η ύπαρξη υγρασίας να προκαλεί μικροκενά και εντυπώματα στην επιφάνεια του αποτυπώματος. Οι νέες πολυβινυλ-σιλοξάνες είναι πιο «υδροφιλικές» και εμφανίζουν βελτιωμένη διαβροχή, ωστόσο ο έλεγχος της υγρασίας είναι καθοριστική παράμετρος για τη λήψη ενός αξιόπιστου αποτυπώματος.

#### 4.2. Πολυαιθέρας

Ένα άλλο είδος ελαστικομερούς αποτυπωτικού υλικού που χρησιμοποιείται για την αποτύπωση των εμφυτευμάτων είναι ο πολυαιθέρας. Το αποτυπωτικό αυτό υλικό αποτελείται από βάση και καταλύτη που περιέχονται με μορφή πάστας σε δύο χωριστά σωληνάκια ή φύσιγγες και έχει ως χαρακτηριστική ομάδα το αιθυλενικό ιμίδιο. Η πάστα της βάσης αποτελείται από πολυαιθυλενικό προπολυμερές, με μικρές ιμινο-ομάδες, κολλοειδές πυρίτιο σαν ενισχυτική ουσία και γλυκοαιθέρα σαν παράγοντα πλαστικοποίησης. Η πάστα του καταλύτη περιέχει αρωματικό σουλφονικό εστέρα και ενισχυτικές ουσίες με διάφορα έλαια (**Καφούσιες και συνεργάτες σελίδα 170 υποκεφάλαιο 10.12.4**).

Κατά την αντίδραση του πολυμερισμού του, οι κυκλικές αλυσίδες αμινών που περιέχουν πολυαιθέρα αντιδρούν με έναν παράγοντα που ανοίγει τους δακτυλίους και επιτρέπει την επιμήκυνση και τη διασταύρωση των αλυσίδων (διασταυρούμενο πολυμερές) και προκύπτει το ελαστικό του πολυαιθέρα το οποίο κάμπτεται πολύ δύσκολα.

Λόγω της ανυπαρξίας παραπροϊόντος κατά τον πολυμερισμό, ο πολυαιθέρας είναι υλικό με μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων και επιτρέπει την κατασκευή πολλαπλών εκμαγείων εξασφαλίζοντάς τους μεγάλη ακρίβεια, ακόμα και μετά από 8 ημέρες. Ωστόσο ιδανικά, τα εκμαγεία θα πρέπει να κατασκευάζονται 48 ώρες μετά τη λήψη του αποτυπώματος. Επίσης επειδή είναι υδρόφιλο υλικό, παρουσιάζει εξαιρετική ακρίβεια αναπαραγωγής λεπτομερειών ακόμα και παρουσία σάλιου ή αίματος. Ωστόσο κατά την απολύμανσή του πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή ώστε να αποφευχθεί η διόγκωσή του. Ο πολυαιθέρας επίσης παρουσιάζει υψηλό ιξώδες, ικανοποιητική σκληρότητα και υψηλό μέτρο ελαστικότητας, χαρακτηριστικό το οποίο δυσκολεύει την απόσπαση του αποτυπώματος, συγκριτικά με το αντίστοιχο αποτύπωμα από σιλικόνη προσθήκης. Εμφανίζει μεγάλη αντοχή στην απόσχιση, όμως δε συνίσταται σε περιπτώσεις που υπάρχουν έντονες

εσοχές ή υποσκαφές και σε όλες τις περιπτώσεις που η αφαίρεση του αποτυπώματος κρίνεται δύσκολη. Ο χρόνος πήξης του επίσης είναι αρκετά σύντομος και δεν είναι επιρρεπής σε επιμόλυνση, οπότε δεν επηρεάζεται από τα γάντια latex (**Καφούσιας και συνεργάτες σελίδα 171 υποκεφάλαιο 10.12.4.2, Del'Acqua et al 2012**). Σύμφωνα με μία συστηματική ανασκόπηση του Παπασπυριδάκου και των συνεργατών του (**Papaspyridakos et al 2014**), δεν υπάρχει διαφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης των εμφυτευμάτων ανάμεσα στην σιλικόνη προσθήκης και τον πολυαιθέρα. Οι Sorrentino και συνεργάτες (**Sorrentino et al 2010**) από την άλλη μεριά διαπίστωσαν με άλλη μελέτη ότι όταν τα εμφυτεύματα είναι κεκλιμένα είναι πιο αποτελεσματική η σιλικόνη προσθήκης, ενώ όταν είναι παράλληλα τα εμφυτεύματα, πιο αποτελεσματικό υλικό για την αποτύπωσή τους είναι ο πολυαιθέρας. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί με βάση τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των δύο αυτών αποτυπωτικών υλικών. Η ύπαρξη εσοχών καθώς και η κλίση των εμφυτευμάτων επηρέασε αρνητικά την ακρίβεια αποτύπωσης λόγω των υψηλότερων δυνάμεων που χρειάστηκαν κατά την απόσπαση του δισκαρίου. Διαπιστώθηκε λοιπόν ότι σε κεκλιμένα εμφυτεύματα προτιμάται η σιλικόνη προσθήκης και άξονες αποτύπωσης με κοντό μήκος τμήματος σύνδεσης με το εμφύτευμα. Ο λόγος που προτιμάται η σιλικόνη αποδόθηκε στη μεγαλύτερη σκληρότητα και δυσκαμψία του πολυαιθέρα σε σχέση με αυτήν, ιδιότητες που δυσκολεύουν την απόσπαση του δισκαρίου ιδιαίτερα σε περιοχές εσοχών. Από την άλλη μεριά σε παράλληλα εμφυτεύματα προτιμάται ο πολυαιθέρας ως υλικό αποτύπωσης και άξονες αποτύπωσης με κανονικό μήκος τμήματος σύνδεσης με το εμφύτευμα. Ο λόγος είναι ότι ο πολυαιθέρας ως πιο άκαμπτο υλικό από τη σιλικόνη έχει μεγαλύτερη αντίσταση στην παραμόρφωση κατά το βίδωμα των εργαστηριακών αναλόγων. Σύμφωνα επίσης με δύο συστηματικές ανασκοπήσεις των Baig και συνεργατών (**Baig et al January 2014, Baig et al July 2014**), στις περισσότερες από τις έρευνες που μελετήθηκαν δεν βρέθηκε διαφορά ανάμεσα στην σιλικόνη προσθήκης και τον πολυαιθέρα όσον αφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης. Από την άλλη μεριά σε μία εργαστηριακή έρευνα των Del' Acqua και συνεργατών (**Del'Acqua et al 2010**) διαπιστώθηκε ότι ο πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας ήταν το καλύτερο υλικό αποτύπωσης και η τεχνική αποτύπωσης (επεξεργασία ή όχι των αξόνων αποτύπωσης) δεν επηρεάζει την ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας. Αντιθέτως σε έρευνα που έγινε από τον Στέφο (**Στέφος Σπυρίδων 2014**) φάνηκε ότι η σιλικόνη προσθήκης είναι πιο ακριβής από τον πολυαιθέρα όταν γίνεται αποτύπωση με κλειστό δισκίο.

Όσον αφορά στους χειρισμούς των αποτυπωτικών υλικών, εκτός από την έρευνα των Sorrentino και συνεργατών (**Sorrentino et al 2010**) που αναφέρθηκε προηγουμένως, οι Johnson και συνεργάτες (**Johnson et al 2010**) πραγματοποίησαν σχετική έρευνα σε πανεπιστημιακό περιβάλλον. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν 191 αποτυπώματα που είχαν ληφθεί από



φοιτητές. Αν και τα αποτυπώματα αφορούσαν σε δόντια και όχι σε εμφυτεύματα, βρέθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης της σιλικόνης και του πολυαιθέρα. Επίσης μολονότι η εμπειρία του κλινικού συμβάλλει στην καλύτερη ανάμιξη του υλικού με αποτέλεσμα να έχει λιγότερες φυσαλίδες και να είναι πιο ομοιογενές κατά το στάδιο της αποτύπωσης, ωστόσο η ακρίβεια της αποτύπωσης βρέθηκε ότι είναι ανεξάρτητη της εμπειρίας των οδοντιάτρων. Βρέθηκε επίσης ότι ο πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας εμφάνιζε μεγαλύτερη ρευστότητα κατά την ανάμιξη και τοποθέτησή του στο στόμα σε σχέση με τη σιλικόνη προσθήκης. Για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση σιλικόνης μέσης ρευστότητας αντί για πολυαιθέρα για την αποφυγή πόρων στη μάζα του υλικού.

Από την άλλη πλευρά ο Wee και οι συνεργάτες του (**Wee et al 2000**) έδειξαν σε μία μελέτη τους ότι ο πολυαιθέρας εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή στις περιστροφικές κινήσεις από την σιλικόνη προσθήκης και από τα πολυσουλφίδια. Αυτή η ιδιότητα του τον καθιστά ιδανικό υλικό για τα αποτυπώματα ανοικτού δισκαρίου. Σύμφωνα με την έρευνά τους έγινε λήψη 16 αποτυπωμάτων ανοικτού δισκαρίου από το εκμαγείο ελέγχου. Με μια συσκευή καταγραφής ροπής, μετρήθηκε η δύναμη αποκοχλίωσης των αξόνων αποτύπωσης, η οποία αρκούσε για να παρατηρηθεί περιστροφή τους στο υλικό αποτύπωσης.

Με βάση αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, διαπιστώνεται ότι παρόλο που και τα δύο υλικά αποτύπωσης είναι αποτελεσματικά στην αποτύπωση των εμφυτευμάτων, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες το ένα υπερέχει του άλλου.

## **5. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ**

Η επιτυχία των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων, όπως ήδη έχει αναφερθεί, εξαρτάται από την «παθητική εφαρμογή» τους στα εμφυτεύματα. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε έναυσμα ενδιαφέροντος για πολλούς ερευνητές που θέλησαν να βρουν την κατάλληλη τεχνική και υλικό αποτύπωσης για την αποτύπωση πολλαπλών εμφυτευμάτων.

Μία από τις εργαστηριακές έρευνες που ασχολήθηκε με την ακρίβεια αποτύπωσης του πολυαιθέρα και της σιλικόνης προσθήκης ήταν η έρευνα των Chang και συνεργατών (**Chang et al 2012**). Σε αυτή την έρευνα συγκρίθηκαν τρεις τεχνικές αποτύπωσης (τεχνική κλειστού δισκαρίου, τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ενωμένους τους άξονες αποτύπωσης και τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ανεξάρτητους άξονες αποτύπωσης) και δύο υλικά κατασκευής εκμαγείων. Συγκεκριμένα σε ομοίωμα γνάθου από αλουμίνιο (ομάδα ελέγχου) έγιναν πέντε παράλληλες τρύπες στις οποίες τοποθετήθηκαν πέντε εμφυτεύματα εσωτερικού οχταγώνου. Πάνω σε αυτά κοχλιώθηκαν μηχανικά στηρίγματα και μετρήθηκαν οι αποστάσεις ανάμεσα στα κέντρα τους. Στη συνέχεια έγινε λήψη αποτυπωμάτων με σιλικόνη προσθήκης και με πολυαιθέρα και κατασκευάστηκαν τα αντίστοιχα εκμαγεία με εμφυτευματικά ανάλογα. Πάνω στα εμφυτευματικά ανάλογα κοχλιώθηκαν τα μηχανικά στηρίγματα και μετρήθηκαν οι αποστάσεις των κέντρων τους. Μετά από στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες ελέγχου και στις πειραματικές ομάδες. Επομένως κανένας συνδυασμός τεχνικής αποτύπωσης, υλικού αποτύπωσης και υλικού κατασκευής εκμαγείου δεν θεωρήθηκε ότι υπερέχει.

Άλλη εργαστηριακή μελέτη που παρουσίασε ενδιαφέρον ήταν η έρευνα των Mostafa και συνεργατών (**Mostafa et al 2010**). Συγκεκριμένα κατασκευάστηκε ένα εκμαγείο ελέγχου από ρητίνη πολυουρεθάνης στο οποίο τοποθετήθηκαν τέσσερα εμφυτεύματα. Στη συνέχεια έγινε λήψη αποτυπωμάτων με έξι συνδυασμούς αποτυπωτικού υλικού-τεχνικής αποτύπωσης. Για κάθε έναν από αυτούς τους συνδυασμούς κατασκευάστηκαν 10 εκμαγεία. Οι τεχνικές ήταν 1)τεχνική αποτύπωσης κλειστού δισκαρίου και σιλικόνη προσθήκης 2)τεχνική αποτύπωσης κλειστού δισκαρίου και πολυαιθέρας 3)τεχνική αποτύπωσης ανοικτού δισκαρίου και σιλικόνη προσθήκης 4) τεχνική αποτύπωσης ανοικτού δισκαρίου και πολυαιθέρας 5)τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ενωμένους άξονες αποτύπωσης και σιλικόνη προσθήκης 6) τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ενωμένους άξονες αποτύπωσης και πολυαιθέρας. Μετρήθηκαν οι αποστάσεις ανάμεσα στα εμφυτεύματα με μικροσκόπιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αποτυπωτική ακρίβεια της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα. Επίσης βρέθηκε ότι η τεχνική ανοικτού δισκαρίου υπερείχε της τεχνικής κλειστού δισκαρίου, ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε η τεχνική κλειστού δισκαρίου η σιλικόνη προσθήκης υπερείχε σε αποτυπωτική ακρίβεια

σε σχέση με τον πολυαιθέρα. Τελικά δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αποτυπωτική ακρίβεια της τεχνικής ανοικτού δισκαρίου με ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης και της αντίστοιχης τεχνικής χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης .

Με την σύγκριση της αποτυπωτικής ακρίβειας του πολυαιθέρα και της σιλικόνης προσθήκης ασχολήθηκε επίσης η έρευνα των Aguilar και συνεργατών (**Aguilar et al 2010**). Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκε ένα εκμαγείο αναφοράς από ακρυλική ρητίνη με 5 εμφυτευματικά ανάλογα , τα οποία είχαν κλίση 10 μοιρών χειλικά. Από το εκμαγείο αυτό έγινε λήψη 20 αποτυπωμάτων (10 με πολυαιθέρα και 10 με σιλικόνη προσθήκης). Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική αποτύπωσης με ανοικτό δισκάριο και η μηχανική μίξη. Μια μηχανή ακριβούς μέτρησης εγκατέστησε χωρικές συντεταγμένες σε κάθε έναν από τους άξονες αποτύπωσης. Προκειμένου να μετρηθεί η παραμόρφωση των αποτυπωμάτων μετρήθηκε η ωμοκεντρικότητα ,η καθετότητα και η παραλληλότητα των αξόνων αποτύπωσης καθενός εμφυτεύματος στο εκμαγείο αναφοράς. Στη συνέχεια συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες τιμές των αξόνων αποτύπωσης των εκμαγείων που προέκυψαν μετά την αποτύπωση. Η έρευνα έδειξε ότι η σιλικόνη προσθήκης και ο πολυαιθέρας έχουν παρόμοιο βαθμό παραμόρφωσης όταν χρησιμοποιείται τεχνική αποτύπωσης με ανοικτό δισκάριο και μηχανή ανάμιξης. Ωστόσο όσον αφορά συγκεκριμένα στην κάθετη παραμόρφωση ,η σιλικόνη προσθήκης υπερέιχε στην αποτυπωτική ακρίβεια από τον πολυαιθέρα.

Σημαντική επίσης ήταν η έρευνα των Sorrentino και συνεργατών (**Sorrentino et al 2010**), στην οποία έγινε σύγκριση της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας σε συνδυασμό και με την επίδραση της κλίσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια αποτύπωσης. Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκαν 2 εκμαγεία μελέτης από ακρυλική ρητίνη , της οποίας η σκληρότητα ήταν ενδιάμεση του σπογγώδους και του φλοιώδους οστού. Στο πρώτο εκμαγείο τοποθετήθηκαν 4 παράλληλα εμφυτεύματα εσωτερικού εξαγώνου σε θέση τομέων και προγομφίων. Στο δεύτερο εκμαγείο τα δύο πρόσθια εμφυτεύματα είχαν κλίση 5 μοιρών προς τη μέση γραμμή και τα δύο οπίσθια είχαν κλίση 5 μοιρών άπω της μέσης γραμμής. Επίσης κατασκευάστηκαν τεχνητές εσοχές στα εκμαγεία. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου με 2 είδη αξόνων αποτύπωσης . Στον πρώτο είδος , το εξάγωνο τμήμα σύνδεσης του άξονα αποτύπωσης με το εμφύτευμα ήταν 2 χιλ. ενώ στο δεύτερο είδος που κατασκευάστηκε εργαστηριακά δια χειρός , το εξάγωνο τμήμα σύνδεσης ήταν 1 χιλ.. Έγινε λήψη 40 αποτυπωμάτων σιλικόνης προσθήκης και 40 αποτυπωμάτων πολυαιθέρα με την τεχνική ανοικτού δισκαρίου και χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης. Από αυτά τα αποτυπώματα προέκυψαν τα αντίστοιχα εκμαγεία. Ακολούθησε η μέτρηση των αποστάσεων των εμφυτευματικών αναλόγων μεταξύ τους μέσω μιας τυποποιημένης μεταλλικής συσκευής και ενός προφιλόμετρου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η ύπαρξη εσοχών καθώς και η κλίση των εμφυτευμάτων επηρέασε αρνητικά την ακρίβεια αποτύπωσης λόγω των υψηλότερων δυνάμεων που χρειάστηκαν κατά την απόσπαση του δισκαρίου. Διαπιστώθηκε λοιπόν ότι σε κεκλιμένα εμφυτεύματα προτιμάται η σιλικόνη προσθήκης και άξονες αποτύπωσης με κοντό μήκος τμήματος σύνδεσης με το εμφύτευμα. Από την άλλη μεριά σε παράλληλα εμφυτεύματα προτιμάται ο πολυαιθέρας ως υλικό αποτύπωσης και άξονες αποτύπωσης με κανονικό μήκος τμήματος σύνδεσης με το εμφύτευμα.

Σε όλες τις προηγούμενες εργασίες η σύγκριση της αποτυπωτικής ακρίβειας των υλικών αποτύπωσης έγινε με την μέτρηση αποστάσεων στα εκμαγεία που προκύπτουν μετά από την αποτύπωση των εμφυτευμάτων. Στην έρευνα ωστόσο των Del' Acqua και συνεργατών (**Del'Acqua et al 2010**), μετρήθηκε ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στο εμφυτευματικό ανάλογο και τον μεταλλικό σκελετό προκειμένου να μετρηθεί η ακρίβεια δυο τεχνικών αποτύπωσης όταν χρησιμοποιείται ο πολυαιθέρας ή η σιλικόνη προσθήκης. Κατασκευάστηκε, συγκεκριμένα, ένα εκμαγείο αναφοράς με τέσσερα εμφυτευματικά ανάλογα , ένας μεταλλικός σκελετός που εφαρμόζε παθητικά σε αυτά και ένα ατομικό δισκίο από αλουμίνιο. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική ανοικτού δισκαρίου και οι τεχνικές αποτύπωσης που ελέγχθηκαν ήταν οι εξής: α) αποτύπωση με χρήση τετράγωνων αξόνων αποτύπωσης και πολυαιθέρα ή σιλικόνη και β) αποτύπωση με τετράγωνους άξονες αποτύπωσης που έχουν αμμοβοληθεί ή επαλειφθεί με συγκολλητικό και πολυαιθέρα ή σιλικόνη προσθήκης. Στη συνέχεια στα εκμαγεία που προέκυψαν από τα αποτυπώματα, τοποθετήθηκε ο μεταλλικός σκελετός που εφαρμόζε παθητικά στο εκμαγείο ελέγχου και μετρήθηκαν οι σχισμοειδείς χώροι ανάμεσα στο σκελετό και τα εμφυτευματικά ανάλογα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας ήταν το καλύτερο υλικό αποτύπωσης και η τεχνική αποτύπωσης (επεξεργασία ή όχι των αξόνων αποτύπωσης) δεν επηρεάζει την ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας.

Εκτός όμως από τις εργαστηριακές έρευνες που αναφέρθηκαν προηγουμένως, αξίζει να αναφερθούν και κάποιες σημαντικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις που αντιπροσωπεύουν το σύνολο πολλών προγενέστερων ερευνών.

Μία από αυτές είναι η συστηματική ανασκόπηση των Παπασπυριδάκου και συνεργατών (**Papaspyridakos et al 2014**) . Η συγκεκριμένη ανασκόπηση αφορά έρευνες των τελευταίων τριάντα ετών και μελέτησε την επίδραση διαφόρων παραγόντων στην ακρίβεια των συμβατικών και ψηφιακών τεχνικών αποτύπωσης. Οι τέσσερις από τις έρευνες που συμπεριελήφθησαν στην ανασκόπηση αυτή ήταν κλινικές και οι εβδομήντα δύο εργαστηριακές. Στις 21 εργαστηριακές μελέτες έγινε σύγκριση της ακρίβειας αποτύπωσης της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα. Οι 19 από αυτές έδειξαν ότι δεν υπάρχει διαφορά στα δύο υλικά όσον αφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης

εμφυτευμάτων ενώ μία εργαστηριακή μελέτη έδειξε ότι υπερέχει ο πολυαιθέρας.

Από την άλλη μεριά αξιόλογες είναι και οι ανασκοπήσεις των Baig και συνεργατών που αφορούσαν στην ακρίβεια αποτύπωσης σε πολλαπλά ( τρία ή περισσότερα) εμφυτεύματα. . Συγκεκριμένα στην ανασκόπηση του Ιανουαρίου οι Baig και συνεργάτες (**Baig et al January 2014**) μελέτησαν 59 έρευνες από τις οποίες οι 3 ήταν κλινικές και οι 56 εργαστηριακές. Από αυτές, οι 15 μελέτες συνέκριναν τη σιλικόνη προσθήκης με τον πολυαιθέρα και στις 11 από αυτές δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ακρίβεια των αποτυπωμάτων τους.

Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν οι Baig και συνεργάτες (**Baig et al July 2014**) επίσης, στην ανασκόπηση που έγινε τον Ιούλιο του 2014, στην οποία συμπεριέλαβε 34 μελέτες από τις οποίες η μία ήταν κλινική και οι υπόλοιπες 33 εργαστηριακές. Σε 10 από αυτές τις μελέτες γινόταν σύγκριση της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα ως προς την αποτυπωτική τους ακρίβεια και στις 8 βρέθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν λοιπόν, προκύπτει το συμπέρασμα ότι δεν είναι πλήρως τεκμηριωμένο ποιο είναι το υλικό εκλογής για την αποτύπωση πολλαπλών εμφυτευμάτων. Με το σκεπτικό αυτό σχεδιάστηκε η παρούσα εργαστηριακή μελέτη για σύγκριση της ακρίβειας αποτύπωσης με σιλικόνη προσθήκης και πολυαιθέρα σε εμφυτεύματα παράλληλα αλλά και με κλίση με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου.

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **6. ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας δύο υλικών αποτύπωσης εμφυτευμάτων στην ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας. Τα υλικά που συγκρίθηκαν ήταν ο πολυαιθέρας και η σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας, με την τεχνική ανοικτού δισκαρίου σε εμφυτεύματα με εξωτερικό μηχανισμό σύνδεσης.

### **7. ΥΠΟΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η υπόθεση εργασίας ήταν ότι δεν παρατηρούνται διαφορές στην ακρίβεια αποτύπωσης εμφυτευμάτων, ανάμεσα στα δύο αποτυπωτικά υλικά που προαναφέρθηκαν.

## 8. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

### 8.1. Κατασκευή εκμαγείου αναφοράς και μεταλλικού σκελετού

Αρχικά ως εκμαγείο αναφοράς κατασκευάστηκε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο εκμαγείο από εποξική ρητίνη, μέσα στο οποίο εγκιβωτίστηκαν τρία εμφυτεύματα εξωτερικού τετραγώνου Xive TG D 3,4-4,5 mm, δηλαδή εμφύτευμα διαμέτρου 3,4 mm, κεφαλή εμφυτεύματος διαμέτρου 4,5 mm (Friadent/Dentsply Co, Mannheim Germany). Ο λόγος που το εκμαγείο αναφοράς κατασκευάστηκε από εποξική ρητίνη είναι ότι με το υλικό αυτό εξασφαλίζεται υψηλότερη αντοχή και απόδοση λεπτομερειών σε σύγκριση με την γύψο (*Vigolo et al 2004, Forester-Baker L. Et al 2005, Rubel et al 2007*).

Η θέση στην οποία τοποθετήθηκαν τα εμφυτεύματα καθορίστηκε στο εργαστήριο με ηλεκτρονικό παραλληλογράφο. Συγκεκριμένα τα εμφυτεύματα τοποθετήθηκαν σε ευθεία γραμμή έτσι ώστε τα δύο εμφυτεύματα να είναι παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και το τελευταίο ακραίο εμφύτευμα να είναι με κλίση 25° σε σχέση με τα άλλα δύο. Το πρώτο παράλληλο εμφύτευμα ονομάστηκε Α, το δεύτερο κατά σειρά παράλληλο εμφύτευμα ονομάστηκε Β και το κεκλιμένο εμφύτευμα Γ. (Εικ. 1-5) Η κλίση στο εμφύτευμα Γ δόθηκε ώστε να προσομοιάζει με κλινικές περιπτώσεις.

Καθώς η λήψη των αποτυπωμάτων έγινε με τη χρήση του εκμαγείου αναφοράς, δημιουργήθηκαν στη βάση του 5 εγκοπές, διαφορετικού μεγέθους και σχήματος, ώστε η θέση του ατομικού δισκαρίου κατά τη διαδικασία της αποτύπωσης να είναι επαναλήψιμη κάθε φορά. Πάνω σε αυτό το εκμαγείο έγινε χύτευση ενός κοχλιούμενου μεταλλικού σκελετού του οποίου η εφαρμογή θεωρήθηκε ιδανική. (Εικ. 6 και 7) Σε κάθε ένα από τα δοκίμια που αναπαράχθηκαν από το εκμαγείο αναφοράς εφαρμόστηκε ο μεταλλικός σκελετός και διαπιστώθηκε η εφαρμογή του. Η δημιουργία σχισμοειδών χώρων μεγαλύτερων από αυτούς που μετρήθηκαν στο εκμαγείο αναφοράς, υποδηλώνει ότι η διαδικασία αποτύπωσης και κατασκευής εκμαγείου επηρέασε την πιστότητά του, άρα και την έδραση της υπερκατάσκευής. Οι παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου είναι το υλικό και η τεχνική αποτύπωσης και η διαδικασία κατασκευής του εκμαγείου. Στη συγκεκριμένη εργαστηριακή έρευνα, όλοι οι παράγοντες ήταν ίδιοι εκτός από το υλικό αποτύπωσης. Επομένως οι πιθανές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες οφείλονται σε αυτό.

## 8.2 Κατασκευή ατομικών δισκαρίων

Για την αποτύπωση του εκμαγείου αναφοράς κατασκευάστηκαν δύο ατομικά δισκάρια χώρου πάχους 2 mm από φωτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη Triad (Dentsply Co, Frankfurt Germany), ένα για αποτύπωση με σιλικόνη προσθήκης και ένα για αποτύπωση με πολυαιθέρα. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε το ίδιο δισκάριο για την αποτύπωση με κάθε υλικό ήταν για να μην υπάρχουν αποκλίσεις στις διαστάσεις του υλικού που παραμένει στο δισκάριο, όσον αφορά την ποσότητα ανάμεσα στον άξονα αποτύπωσης και τα τοιχώματα του δισκαρίου. Επίσης με τον τρόπο αυτό, αποκλείστηκε η πιθανή παραμόρφωση που θα μπορούσε να προκληθεί στη μάζα του υλικού κατασκευής, όταν χρησιμοποιούνταν πολλαπλά δισκάρια.

Στο εκμαγείο αναφοράς κοχλιώθηκαν άξονες αποτύπωσης ανοικτού δισκαρίου Xive TG (Friadent/Dentsply Co, Mannheim Germany) με την ροπή που συνίσταται από τον κατασκευαστή (20Ncm). (Εικ.8) Στη συνέχεια τοποθετήθηκε γύρω από τους άξονες αποτύπωσης σιλικόνη προσθήκης (Exabite™ II NDS, GC America Inc.), της οποίας η μάζα διαμορφώθηκε σε ορθογώνιο σχήμα και πάνω από αυτή κατασκευάστηκαν τα ατομικά δισκάρια από φωτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη Triad. (Εικ.8-11) Σκοπός αυτού του σταδίου ήταν να εξασφαλιστεί ομοιόμορφο πάχος και ποσότητα υλικού για όλα τα μελλοντικά αποτυπώματα. Τα δισκάρια πολυμερίστηκαν σε ειδική συσκευή ορατού φωτός Triad 2000 Visible Light Curing Unit (Dentsply Co, Frankfurt Germany) για 6 λεπτά. Επίσης ανοίχτηκαν οπές μεγέθους 2 χιλ. σε αυτά για την έξοδο των αξόνων αποτύπωσης, εφόσον όλα τα αποτυπώματα επρόκειτο να ληφθούν με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν λαβές πάνω σε αυτά, ώστε να διευκολυνθεί η απόσπασή τους, αλλά και προεξοχές που λειτουργούσαν ως σημεία ανάσχεσης αντίστοιχα με τις εγκοπές της βάσης του εκμαγείου αναφοράς. Οι προεξοχές εφάρμοζαν πλήρως στις αντίστοιχες εγκοπές του εκμαγείου αναφοράς και διευκόλυναν τον προσανατολισμό των δισκαρίων κατά την τοποθέτησή τους στη διαδικασία αποτύπωσης. (Εικ.8-13) Τα δισκάρια αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες πριν τη διαδικασία αποτύπωσης με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή, ώστε να αποκλειστεί πιθανή επίδραση στην ακρίβεια αποτύπωσης από ενδεχόμενη στρέβλωση του υλικού κατασκευής του δισκαρίου.

## 8.3 Διαδικασία αποτύπωσης

Μετά την κοχλίωση των αξόνων αποτύπωσης ανοικτού δισκαρίου Xive TG D 3,4-4,5 mm (Friadent/Dentsply Co, Mannheim Germany) με ροπή 20 Ncm που ελέγχθηκε με το δυναμόμετρο κατασκευαστή, έγινε λήψη δέκα αποτυπωμάτων, όλων με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Τα υλικά αποτύπωσης που χρησιμοποιήθηκαν στα πέντε πρώτα ήταν πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας Impregum Penta™ (3M ESPE Co, Seefeld Germany) και



στα άλλα πέντε σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας Aquasil Ultra Monophase (Dentsply Co, Mannheim Germany). Πριν την διαδικασία αποτύπωσης, τα υλικά αυτά αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, δηλαδή στους 23±1 °C και σε 50±10% υγρασία.

Η εσωτερική επιφάνεια των ατομικών δισκαρίων επαλείφθηκε με τον κατάλληλο συγκολλητικό παράγοντα, δηλαδή Polyether Adhesive (3M/ESPE AG, Seefeld Germany) για τον πολυαιθέρα και Silfix (Dentsply GmBH, Konstanz Germany) για τη σιλικόνη 30 λεπτά πριν την αποτύπωση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αυτή η διαδικασία εξασφαλίζει καλύτερη συγκράτηση του υλικού στο δισκίο.

Στη συνέχεια έγινε έγχυση υλικού σιλικόνης αθροιστικού τύπου μέσης ρευστότητας ή πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας γύρω και πάνω από τους άξονες αποτύπωσης, προκειμένου να εξασφαλιστεί πλήρης κάλυψή τους στο χώρο εσωτερικά των δισκαρίων. Ο πολυαιθέρας αναμίχθηκε σε ειδική συσκευή Pentamix™ 2 (3M ESPE Co, Seefeld Germany) και η σιλικόνη προσθήκης σε συσκευή αυτόματης ανάμιξης. Η ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε υπολογίστηκε με βάση την αριθμηση που υπάρχει στη συσκευή ανάμιξης του πολυαιθέρα και ίδια ποσότητα χρησιμοποιήθηκε και στα δισκία με τη σιλικόνη. Στη συνέχεια έγινε τοποθέτηση των δισκαρίων στο εκμαγείο αναφοράς στην ακριβή θέση που καθόρισαν οι οδηγίες αύλακες και συγκρατήθηκαν σε αυτή τη θέση καθ' όλη τη διάρκεια της πήξης του υλικού με πίεση δαχτύλων. Η πίεση αυτή ήταν ικανή να εξασφαλίσει τη διαφυγή υλικού από τα όρια του δισκαρίου και να παραμένει σταθερή καθ' όλο το χρόνο εργασίας (**Choi et al 2007, Vigolo et al 2003, Sorrentino et al 2010, Del'Acqua et al 2008, Perakis et al 2004**) Τα υλικά αποτύπωσης αφέθηκαν να πολυμεριστούν πλήρως στο χρόνο που συστήνεται από τον κατασκευαστή.

Μετά την ολοκλήρωση του πολυμερισμού αφαιρέθηκαν οι περίσσειες του υλικού αποτύπωσης από τα όρια του δισκαρίου προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία εγκιβωτισμού των δοκιμών (**Sorrentino et al 2010, Wee et al 2000, Rubel et al 2007**). Στη συνέχεια αποκοχλιώθηκαν οι άξονες αποτύπωσης και έγινε ήπια αλλά απότομη απόσπαση των ατομικών δισκαρίων, με τη βοήθεια των λαβών τους, ώστε να μειωθεί ο χρόνος στον οποίο το υλικό βρίσκεται υπό φόρτιση και να ελαττωθεί ο κίνδυνος μόνιμης ή πλαστικής παραμόρφωσής του (**Perakis et al 2004**). Τα αποτυπώματα ελέγχθηκαν για τυχόν ατέλειες μακροσκοπικά. (Εικ.14)

#### 8.4. Κατασκευή δοκιμών

Μετά τη διαδικασία της αποτύπωσης, η επιφάνεια των αποτυπωμάτων ξεπλύθηκε με τρεχούμενο νερό και στεγνώθηκε με ήπιο φύσημα αέρα, ενώ η

εξωτερική επιφάνεια των ατομικών δισκαρίων επαλείφθηκε με βαζελίνη ώστε να απομακρυνθούν οι περίσσειες της γύψου και να διευκολυνθεί η απόσπασση των δοκιμίων-εκμαγείων μετά την ολοκλήρωση της πήξης της.

Τα δοκίμια που κατασκευάστηκαν ήταν συνολικά 10, 5 από τα αποτυπώματα του πολυαιθέρα και 5 από τα αποτυπώματα της σιλικόνης προσθήκης, όπως είχε γίνει και σε προηγούμενες μελέτες (Στέφος 2014, Καββαδία 2013). Συγκεκριμένα εφόσον οι άξονες αποτύπωσης βρίσκονταν εγκλωβισμένοι στο υλικό αποτύπωσης, με πολύ προσεκτικές κινήσεις έγινε τοποθέτηση των εμφυτευματικών αναλόγων Xive TG D 3,4-4,5 mm (Friadent/Dentsply Co, Mannheim Germany) πάνω σε αυτούς και στη συνέχεια ακολούθησε η έγχυση υπέρσκληρης γύψου τύπου IV Silky Rock ( Whip Mix Co, Kentucky USA). Η ανάμιξη της γύψου έγινε σε ειδική συσκευή ανάμιξης Whip Mix Combination Unit ( Whip Mix Co, Louisville, KY, USA) σε κενό αέρος για 30 δευτερόλεπτα και η αναλογία σκόνης-νερού ( 140gr-32ml) ήταν καθορισμένη από τον κατασκευαστή. Η γύψος τοποθετήθηκε στα δισκάρια με το υλικό αποτύπωσης με τη βοήθεια συσκευής σταθερής δόνησης.

Τα εκμαγεία-δοκίμια αφέθηκαν ώσπου να πήξει η γύψος και στη συνέχεια αποσπάστηκαν από τα δισκάρια με την εφαρμογή ήπιας δύναμης. Στη συνέχεια διαμορφώθηκαν ως γύψινη βάση σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου. Όλα τα δοκίμια αριθμήθηκαν στη βάση τους με συγκεκριμένο τρόπο και οι κωδικοί αυτοί καταγράφηκαν ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία των μετρήσεων. Για τα εκμαγεία που αναπαράχθηκαν από τα αποτυπώματα σιλικόνης προσθήκης η αρίθμηση ήταν τυχαία από 1S ως 5S και για τα εκμαγεία που αναπαράχθηκαν από τα αποτυπώματα πολυαιθέρα η αρίθμηση ήταν τυχαία από 1P έως 5P. Μετά αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες πριν να γίνει μέτρηση και αξιολόγηση της ακρίβειάς τους. (Εικ.15)

#### 8.5. Μέτρηση και αξιολόγηση σχισμοειδούς χώρου

Προκειμένου να γίνει μέτρηση και αξιολόγηση της ακρίβειας κατασκευής των δοκιμίων που προέκυψαν από τα αποτυπώματα της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα, χρησιμοποιήθηκε οπτικό μικροσκόπιο Leica (Leica Microsystems, Wetzlar Germany). Με τη βοήθειά του έγινε μελέτη των δοκιμίων και λήψη φωτογραφιών με μεγέθυνση 40 x , οι οποίες αναλύθηκαν στο λογισμικό πρόγραμμα Adobe Photoshop CS4 (Adobe Systems. California USA). Κάθε φορά ο μεταλλικός σκελετός εδραζόταν στα εμφυτευματικά ανάλογα και κοχλιωνόταν μόνο το ένα από τα δύο ακραία στηρίγματα σύμφωνα με τη δοκιμασία Sheffield με ροπή 20 Ncm (Εικ. 16).

Η μέτρηση του σχισμοειδούς χώρου χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της ακρίβειας αποτύπωσης με τα δύο υλικά καθώς ήταν ο μόνος παράγοντας

που διέφερε. Συγκεκριμένα σε κάθε εμφυτευματικό ανάλογο έγιναν έξι μετρήσεις σχισμοειδούς χώρου (ανά δύο στην εγγύς, την παρειακή και την άπω επιφάνεια, με κοχλιωμένο το στήριγμα Α στην πρώτη μέτρηση και με κοχλιωμένο το στήριγμα Γ στη δεύτερη μέτρηση). Σε κάθε δοκίμιο (εκμαγείο γύψου) έγιναν δεκαοχτώ μετρήσεις και σε κάθε ομάδα δοκιμίων (που αντιστοιχεί στο αποτυπωτικό υλικό) ενενήντα μετρήσεις. Καθώς κάθε μέτρηση επιφάνειας σε κάθε εμφύτευμα και σε κάθε συνθήκη γινόταν τρεις φορές, ο συνολικός αριθμός των μετρήσεων ήταν  $90 \times 3 = 270$  μετρήσεις. Η λήψη των φωτογραφιών αφορούσε τον σχισμοειδή χώρο ανάμεσα στο όριο του μεταλλικού σκελετού και το εμφυτευματικό ανάλογο, στις τρεις πλευρές καθενός εκ των Α, Β και Γ, δηλαδή την αριστερή, τη μέση και τη δεξιά, οι οποίες ονομάστηκαν αντίστοιχα εγγύς, προστομιακή και άπω.

Πριν τις μετρήσεις σχισμοειδών χώρων στα δοκίμια των δύο ομάδων (ομάδα σιλικόνης και ομάδα πολυαιθέρα), έγινε λήψη φωτογραφιών και μέτρηση σχισμοειδών χώρων στο εκμαγείο αναφοράς. Οι τιμές των σχισμοειδών χώρων στο εκμαγείο αναφοράς σε κάθε θέση αφαιρούνταν από τις τιμές σχισμοειδούς χώρου στα εκμαγεία μετρήσεων ώστε να διαπιστωθεί η πραγματικά μετρούμενη διαφορά μεγέθους σχισμοειδούς χώρου στη συγκεκριμένη θέση η οποία οφείλεται στο υλικό αποτύπωσης. Η διαδικασία αυτή έγινε με στόχο να οριστεί το μικροκενό ανάμεσα στο μεταλλικό σκελετό και τα εμφυτευματικά ανάλογα του εκμαγείου αναφοράς ως μηδενικό, καθώς από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι πλήρης παθητική εφαρμογή των επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων δεν υφίσταται (**Papaspyridakos et al 2014**). Κατά την ανάλυση της κάθε φωτογραφίας στο λογισμικό Photoshop (Adobe Co, USA) έγινε μέτρηση του σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα σε δύο σημεία, εκ των οποίων το ένα ανήκε στο μεταλλικό σκελετό και το άλλο στο εμφυτευματικό ανάλογο. Αυτό επαναλήφθηκε τρεις φορές με τρεις μετρήσεις.

Η αρχική μονάδα μέτρησης στην φωτογραφική απεικόνιση ήταν τα pixels. Έγινε αναγωγή σε μικρόμετρα ( $\mu\text{m}$ ) χρησιμοποιώντας ως μέτρο αναφοράς τη μπάρα άνω αριστερά της κάθε φωτογραφίας. Η μπάρα αυτή υπήρχε σε όλες τις φωτογραφικές μετρήσεις και εμφανίζεται με τη βοήθεια του προγράμματος του οπτικού μικροσκοπίου. Η τιμή της ήταν σταθερή και αντιστοιχούσε σε μήκος  $500\mu\text{m}$ . Μέσω του λογισμικού του photoshop μετρήθηκε σε pixels και στη συνέχεια αυτά μετατράπηκαν σε μικρόμετρα ( $\mu\text{m}$ ). Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικ.17-18) παρουσιάζονται ενδεικτικές φωτογραφίες από τους σχισμοειδείς χώρους μεταξύ του μεταλλικού σκελετού και του εμφυτευματικού αναλόγου όπως φαίνονται μακροσκοπικά και στις εικόνες όπως έγινε η λήψη τους με τη βοήθεια του οπτικού μικροσκοπίου.

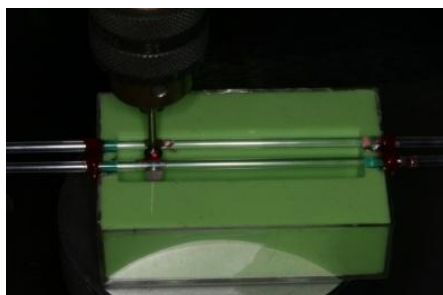
Στη συνέχεια καταγράφηκαν και αναλύθηκαν στατιστικά οι μετρήσεις. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων από τις τρεις επιφάνειες κάθε αναλόγου και όχι κάθε επιφάνεια ξεχωριστά. Όπως ήταν αναμενόμενο, όταν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Α (ή

αντίστοιχα στο Γ), ο σχισμοειδής χώρος στο συγκεκριμένο εμφύτευμα ήταν ανύπαρκτος (μηδενικός). Για την στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά προγράμματα IBM-SPSS 23, MSEXcel 2013 και το Statistica 10 Enterprise. Στις ισοδιαστημικές μεταβλητές, ως προς τον έλεγχο αξιοπιστίας (μεταξύ μετρήσεων) χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Μονόδρομη Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA one-way με Levene's test). Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA) one-way/two-way και έλεγχο ισότητας μέσων όρων t (ανεξάρτητων ομάδων). Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η Ανάλυση Κατηγορικής Παλινδρόμησης (CATREG) ως προς την διαπίστωση αιτιωδών σχέσεων. Το γενικό ελάχιστο επιθυμητό επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας καθορίστηκε σε  $p=0.05$ .

Σημαντικό στοιχείο αυτής της ερευνητικής μελέτης ήταν ότι η ακρίβεια του εκμαγείου δεν ελέγχθηκε με μετρήσεις αποστάσεων στο εκμαγείο, αλλά με μέτρηση του σχισμοειδούς χώρου του μεταλλικού σκελετού από τον αυχένα του εμφυτεύματος. Το πλεονέκτημα της χρήσης ειδικών συσκευών είναι ότι συνδέονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές που έχουν τα κατάλληλα λογισμικά προγράμματα με τα οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν γεωμετρικές μετατροπές και υπολογισμοί, στατιστικές αναλύσεις δεδομένων και γραφικές απεικονίσεις των στοιχείων που συλλέχτηκαν. Με τον τρόπο αυτό έγινε προσέγγιση του προβλήματος με συνθήκες πιο παρόμοιες με την κλινική πράξη.

### Φωτογραφική απεικόνιση εργαστηριακών σταδίων

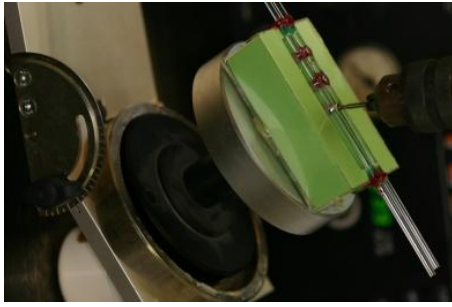
#### Κατασκευή εκμαγείου αναφοράς και μεταλλικού σκελετού



Εικ.1. Τοποθέτηση εμφυτεύματος Α



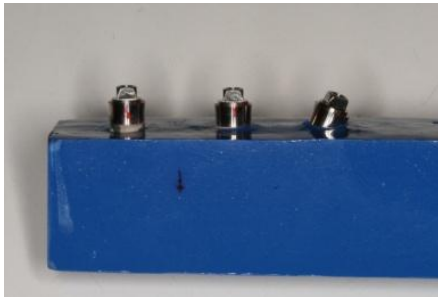
Εικ.2. Ρύθμιση κλίσης για την τοποθέτηση του κεκλιμένου εμφυτεύματος Γ



Εικ.3. Τοποθέτηση  
εμφυτευμάτων Α,Β,Γ



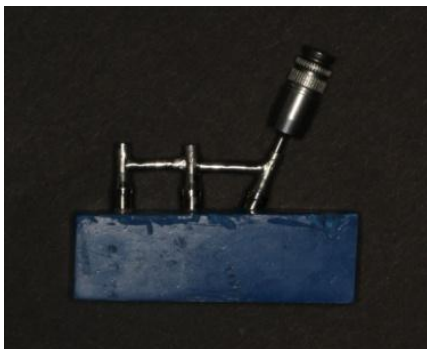
Εικ.4. Χρήση ηλεκτρονικού  
παραλληλογράφου



Εικ.5. Εκμαγείο αναφοράς  
εποξικής ρητίνης με τα  
εμφυτεύματα Α,Β και Γ

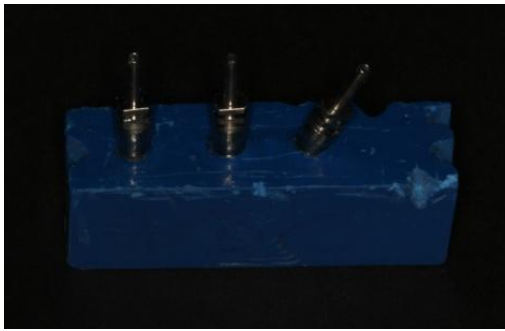


Εικ.6. Σωληνίσκοι κήρω-  
σης για διαμόρφωση και  
για χύτευση του μεταλλι-  
κού σκελετού

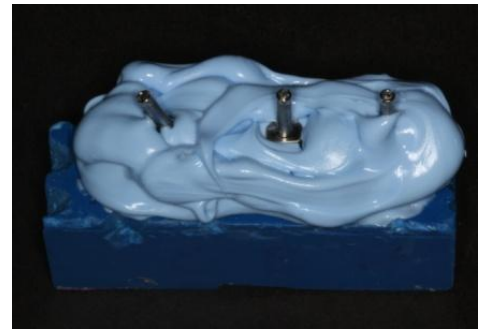


Εικ.7. Ο μεταλλικός σκελετός  
μετά τη χύτευση στο εκμαγείο  
αναφοράς

## Κατασκευή ατομικών δισκαρίων



Εικ.8

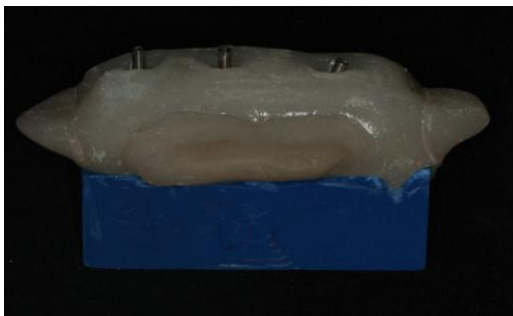


Εικ. 9

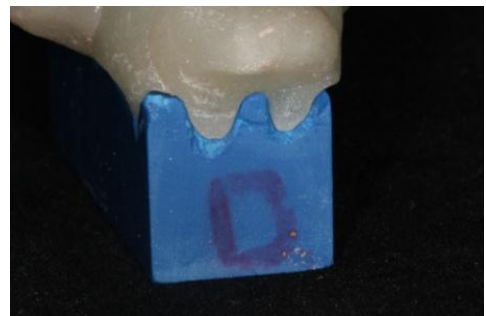


Εικ.10

Εικ.8-10. Δημιουργία επαρκούς χώρου για το αποτυπωτικό υλικό με ταχύπηκτη σιλικόνη προσθήκης πριν την κατασκευή του ατομικού δισκαρίου



Εικ.11



Εικ.12



Εικ. 13

Εικ.11-13 Κατασκευή ατομικών δισκαρίων από φωτοπολυμεριζόμενη ρητίνη

### Διαδικασία αποτύπωσης

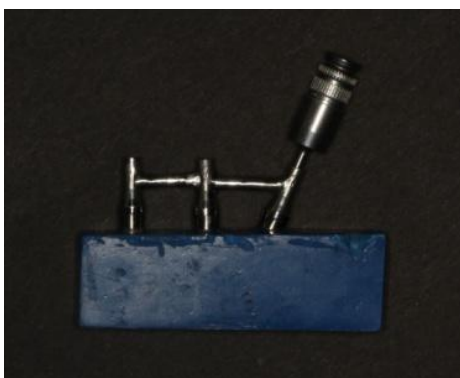


Εικ.14 Αποτύπωμα με πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας



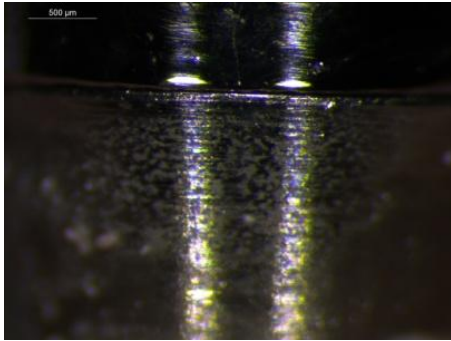
Εικ.15 Εκμαγεία εργασίας από υπέρσκληρη γύψο τύπου IV

### Μέτρηση και αξιολόγηση σχισμοειδούς χώρου

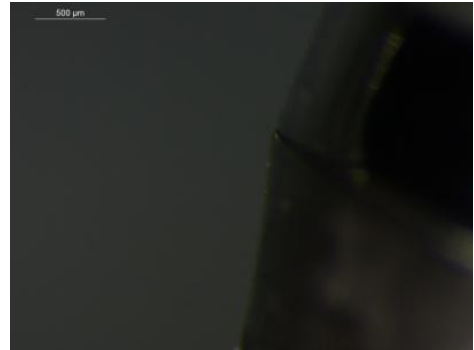


Εικ.16 Κοχλίωση ενός εκ των δύο ακραίων στηριγμάτων (Εμφύτευμα Α αριστερά και Γ δεξιά)

## Ενδεικτικές φωτογραφίες



Εικ. 17 Εμφύτευμα Β  
προστομακή επιφάνεια  
αποτύπωμα σιλικόνης  
προσθήκης



Εικ. 18 Εμφύτευμα Γ  
εγγύς επιφάνεια  
αποτύπωμα σιλικόνης  
προσθήκης



## 9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 9.1. Ποιότητα Παρατήρησης

Καθώς κάθε μέτρηση επιφάνειας σε κάθε εμφύτευμα και σε κάθε συνθήκη γινόταν τρεις φορές, έγινε κατ' αρχήν Μονόδρομη Ανάλυση Διακύμανσης (One Way Anova) στις τρεις αυτές τιμές ώστε να επιβεβαιωθεί η ποιότητα παρατήρησης, δηλαδή ότι δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες αποκλίσεις ανάμεσα στις τιμές σχισμοειδούς χώρου. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1**. Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

### Μονόδρομη Ανάλυση Διακύμανσης μεταξύ των μετρήσεων (One Way Anova)

ANOVA		Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
Μέσος Όρος Εμφ Α	BetweenGroups	2,883	2	1,442	,007	,993
	WithinGroups	11447,096	57	200,826		
	Total	11449,980	59			
Μέσος Όρος Εμφ Β	BetweenGroups	19,803	2	9,901	,111	,895
	WithinGroups	5061,783	57	88,803		
	Total	5081,585	59			
Μέσος Όρος Εμφ Γ	BetweenGroups	12,322	2	6,161	,023	,978
	WithinGroups	15571,219	57	273,179		
	Total	15583,541	59			

**Πίνακας 1:** Μονόδρομη Ανάλυση Διακύμανσης ανάμεσα στις τρεις μετρήσεις για κάθε εμφύτευμα.

### 9.2. Αριθμητικά αποτελέσματα

Τα αριθμητικά αποτελέσματα από τις μετρήσεις των σχισμοειδών χώρων ανάμεσα στην υπερκατασκευή και τα ανάλογα των εμφυτευμάτων και στα δέκα δοκίμια και με τις δύο τεχνικές που αξιολογήθηκαν παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**. Οι μετρήσεις έγιναν σε μμ. Οι μηδενικές τιμές που εμφανίζονται στο Α και το Γ αντιπροσωπεύουν τον σχισμοειδή χώρο στα αντίστοιχα εμφυτεύματα όταν η υπερκατασκευή κοχλιωνόταν σε αυτά.

Υλικό αποτύπου	Εμφύτευμα α	Μέτρηση	Εγγύς Εμφ Α	Προστομική Εμφ Α	Άπω Εμφ Α	Εγγύς Εμφ Β	Προστομική Εμφ Β	Άπω Εμφ Β	Εγγύς Εμφ Γ	Προστομική Εμφ Γ	Άπω Εμφ Γ
Silicone	A	1	0	0	0	5.39	5.39	9.19	10.41	10.68	10.19
Silicone	A	1	0	0	0	13.3	5.19	19.27	9.88	13.38	7.35
Silicone	A	1	0	0	0	15.29	27.19	35.19	48.36	30.97	37.2
Silicone	A	1	0	0	0	11.19	15.29	13.3	8.41	16.2	6.93
Silicone	A	1	0	0	0	11.19	25.26	17.19	22.32	18.79	50.93
Silicone	C	1	0.98	12.06	27.98	16	14.14	11.31	0	0	0
Silicone	C	1	14.06	19.98	8.08	18.11	20	15.29	0	0	0

Silicone	C	1	5.98	13.98	10.34	14	14.14	13.19	0	0	0
Silicone	C	1	6.09	3.98	2.12	14	16	11.31	0	0	0
Silicone	C	1	5.98	7.98	1.98	14	14	9.19	0	0	0
Polyether	A	1	0	0	0	25.19	47.19	39.19	29.51	59.36	92.56
Polyether	A	1	0	0	0	7.36	7.75	13.3	4.45	22.32	7.35
Polyether	A	1	0	0	0	23.26	39.24	25.19	28.57	42.91	31.26
Polyether	A	1	0	0	0	10.42	13.3	11.19	8.02	11.23	8.02
Polyether	A	1	0	0	0	8.61	15.19	15.19	8.02	18.87	11.76
Polyether	C	1	52.1	72.36	41.98	48	56.32	29.25	0	0	0
Polyether	C	1	36.02	31.98	44.12	36.06	24	17.19	0	0	0
Polyether	C	1	17.98	10.07	5.98	14	26.08	9.19	0	0	0
Polyether	C	1	2.4	1.98	1.98	16.12	12	11.31	0	0	0
Polyether	C	1	2.12	7.98	6.09	20.1	14.14	11.19	0	0	0
Silicone	A	2	0	0	0	7.39	7.39	7.19	8.41	8.68	12.19
Silicone	A	2	0	0	0	15.59	21.5	11.19	9.88	23.32	10.68
Silicone	A	2	0	0	0	23.26	33.19	29.19	48.79	22.32	36.47
Silicone	A	2	0	0	0	13.19	17.19	7.19	4.11	15.59	7.35
Silicone	A	2	0	0	0	11.19	21.19	25.26	26.79	25.04	54.92
Silicone	C	2	1.98	10.06	25.98	26	16	13.19	0	0	0
Silicone	C	2	19.98	19.98	14.06	22	20.1	13.19	0	0	0
Silicone	C	2	17.98	5.98	7.68	15.23	10	13.19	0	0	0
Silicone	C	2	0.63	3.98	3.98	16	20.1	15.29	0	0	0
Silicone	C	2	6.09	9.98	5.98	19	16.12	13.19	0	0	0
Polyether	A	2	0	0	0	27.25	49.23	40.19	35.87	57.19	81.56
Polyether	A	2	0	0	0	15.29	11.31	9.19	4.1	29.51	11.23
Polyether	A	2	0	0	0	15.29	31.19	29.25	33.04	45.63	51.1
Polyether	A	2	0	0	0	5.39	17.19	9.33	8.02	8.91	9.88
Polyether	A	2	0	0	0	11.19	13.19	13.19	7.21	13.38	8.91
Polyether	C	2	63.98	60.01	45.98	52.04	54	39.19	0	0	0
Polyether	C	2	34.02	28.18	44.12	34	24	21.27	0	0	0
Polyether	C	2	16.05	6.09	7.98	14	26.08	7.36	0	0	0
Polyether	C	2	0.79	3.98	4.1	18	18	17.19	0	0	0
Polyether	C	2	1.98	6.09	10.07	20	20.1	11.19	0	0	0
Silicone	A	3	0	0	0	3.39	3.39	11.19	6.41	12.68	14.19
Silicone	A	3	0	0	0	17.28	11.31	13.3	8.02	17.2	9.88
Silicone	A	3	0	0	0	15.29	31.19	29.19	36.7	23.25	37.79
Silicone	A	3	0	0	0	7.19	15.19	11.31	8.41	11.66	3.56
Silicone	A	3	0	0	0	19.19	31.25	29.25	29.99	22.32	63.25
Silicone	C	3	2.98	14.06	23.98	18	20	13.19	0	0	0
Silicone	C	3	11.98	25.98	17.98	18.11	28	11.19	0	0	0
Silicone	C	3	14.29	12.06	9.61	18	12	11.31	0	0	0
Silicone	C	3	1.98	3.98	6.09	18	24.08	17.19	0	0	0
Silicone	C	3	9.98	13.98	5.98	18.11	20.4	11.19	0	0	0
Polyether	A	3	0	0	0	25.26	45.23	29.25	26.79	53.62	63.47
Polyether	A	3	0	0	0	15.19	13.3	11.31	7.21	17.85	5.6
Polyether	A	3	0	0	0	21.19	39.19	21.19	20.57	38.44	51.88
Polyether	A	3	0	0	0	7.36	11.19	11.19	7.35	10.68	14.05
Polyether	A	3	0	0	0	7.36	15.19	15.29	9.88	9.88	10.9
Polyether	C	3	56.01	64.4	40.13	42	56.04	29.19	0	0	0
Polyether	C	3	30.03	32.16	40.33	32	18.11	17.19	0	0	0
Polyether	C	3	14.06	9.98	10.07	14	22.09	11.36	0	0	0
Polyether	C	3	4.1	6.09	6.09	11.2	14.56	7.36	0	0	0
Polyether	C	3	2.12	5.98	11.98	18	20.1	13.19	0	0	0

**Πίνακας 2:** Αριθμητικά αποτελέσματα των αρχικών μετρήσεων σχισμοειδών χώρων

## **ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Για την ακριβέστερη διερεύνηση της ακρίβειας αποτύπωσης των τριών εμφυτευμάτων έγινε μια ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) συνολικά (για όλα τα εμφυτεύματα) αλλά και μία ξεχωριστή για κάθε εμφύτευμα . Καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή που μελετάται (σχισμοειδής χώρος) είναι μία

και οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι δύο (υλικό αποτύπωσης, εμφύτευμα), έγινε Πολλαπλή Ανάλυση Διακύμανσης (Multiple Anova).

### 9.3. Συνολική ανάλυση διακύμανσης

Στον **Πίνακα 3** παρουσιάζεται η συνολική ανάλυση διακύμανσης του γενικού μέσου όρου του σχισμοειδούς χώρου σε σχέση με τους παράγοντες “εμφύτευμα” – “κοχλίωση” και “υλικό αποτύπωσης”. Ως γενικός μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ορίζεται ο μέσος όρος των σχισμοειδών χώρων των εμφυτευμάτων Α, Β, Γ. Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 3**, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάζεται μόνο στον παράγοντα “υλικό αποτύπωσης”, ενώ ο παράγων “εμφύτευμα” – “κοχλίωση” δε φαίνεται να επηρεάζει την ακρίβεια αποτύπωσης σε βαθμό στατιστικά σημαντικό. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 1**.

#### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	10249,867 <sup>a</sup>	4	2562,467	38,659	,000
<b>Υλικό αποτύπωσης</b>	<b>312,396</b>	<b>1</b>	<b>312,396</b>	<b>4,713</b>	<b>,034</b>
Εμφύτευμα	38,726	1	38,726	,584	,448
Υλικό αποτύπωσης * εμφύτευμα	47,770	1	47,770	,721	,400
Σφάλμα	3711,914	56	66,284		
Διορθωμένο σύνολο	13961,781	60			

a. R Squared = ,734 (Adjusted R Squared = ,715)

**Πίνακας 3:** Ανάλυση διακύμανσης του γενικού μέσου όρου του σχισμοειδούς χώρου σε σχέση με τους παράγοντες “εμφύτευμα” – “κοχλίωση” και “υλικό αποτύπωσης”.

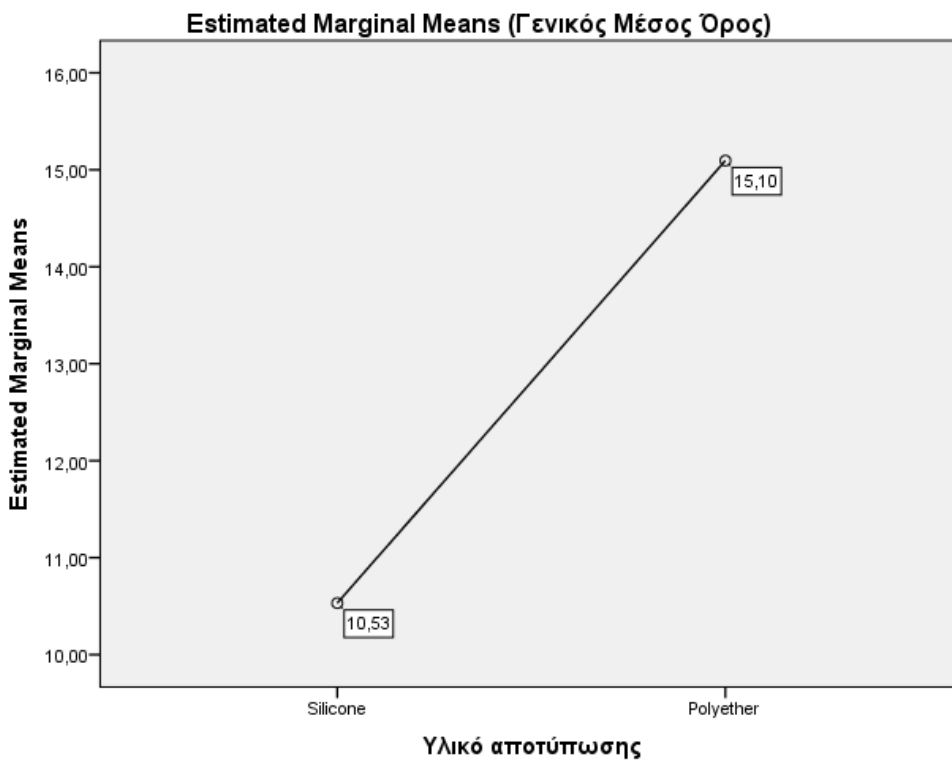
Στον **Πίνακα 4** αναφέρονται οι γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής (gmean) όταν ως υλικό αποτύπωσης έχει χρησιμοποιηθεί η σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή ο πολυαιθέρας. Όταν για την αποτύπωση των εμφυτευμάτων χρησιμοποιήθηκε σιλικόνη αθροιστικού τύπου ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στην υπερκατασκευή και τα εμφυτεύματα ήταν 10,53 μm ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε πολυαιθέρας, ο αντίστοιχος σχισμοειδής χώρος ήταν 15,10 μm. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 1**.

#### Υλικό αποτύπωσης (ανεξάρτητη μεταβλητή)

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος

Υλικό αποτύπωσης	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	10,532	1,486	7,554	13,509
Πολυαιθέρας	15,095	1,486	12,118	18,073

**Πίνακας 4:** Γενικοί μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου (μm) όταν ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το υλικό αποτύπωσης. (p<0.05)



**Διάγραμμα 1:** Γενικοί μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu m$ ) ανάλογα με το υλικό αποτύπωσης. ( $p < 0.05$ )

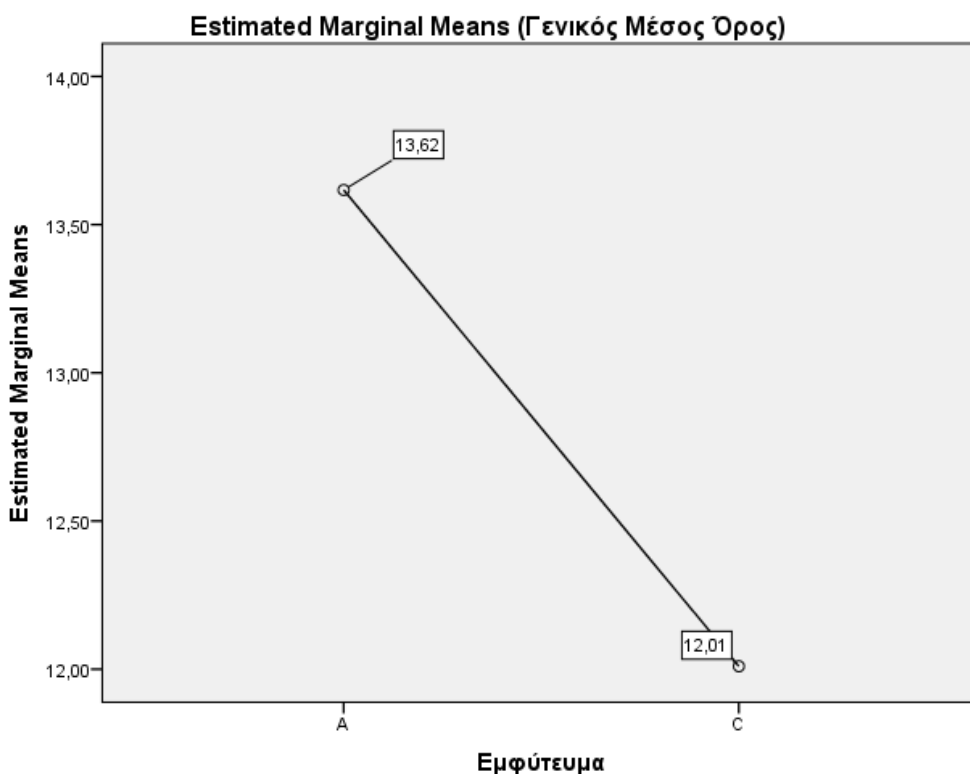
Στον **Πίνακα 5** αναφέρονται οι γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής (gmean) και με τα δύο υλικά αποτύπωσης όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα Α ή στο εμφύτευμα Γ. Όταν λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Α ο γενικός μέσος όρος εφαρμογής της υπερκατασκευής ήταν 13,62  $\mu m$  ενώ όταν κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Γ, ο γενικός μέσος όρος εφαρμογής της υπερκατασκευής ήταν 12,01  $\mu m$ . Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 2**. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι τιμές γενικών μέσων όρων έχουν προκύψει συμπεριλαμβάνοντας και τις μηδενικές τιμές στα εμφυτεύματα Α και Γ.

#### Εμφύτευμα (ανεξάρτητη μεταβλητή)

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος

Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	13,617	1,486	10,639	16,594
Γ	12,010	1,486	9,032	14,988

**Πίνακας 5:** Γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής και με τα δύο υλικά αποτύπωσης όταν ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το εμφύτευμα (κοχλίωση). ( $p > 0.05$  NS)



**Διάγραμμα 2:** Γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής και με τα δύο υλικά αποτύπωσης όταν ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το εμφύτευμα (κοχλίωση). ( $p > 0.05$  NS)

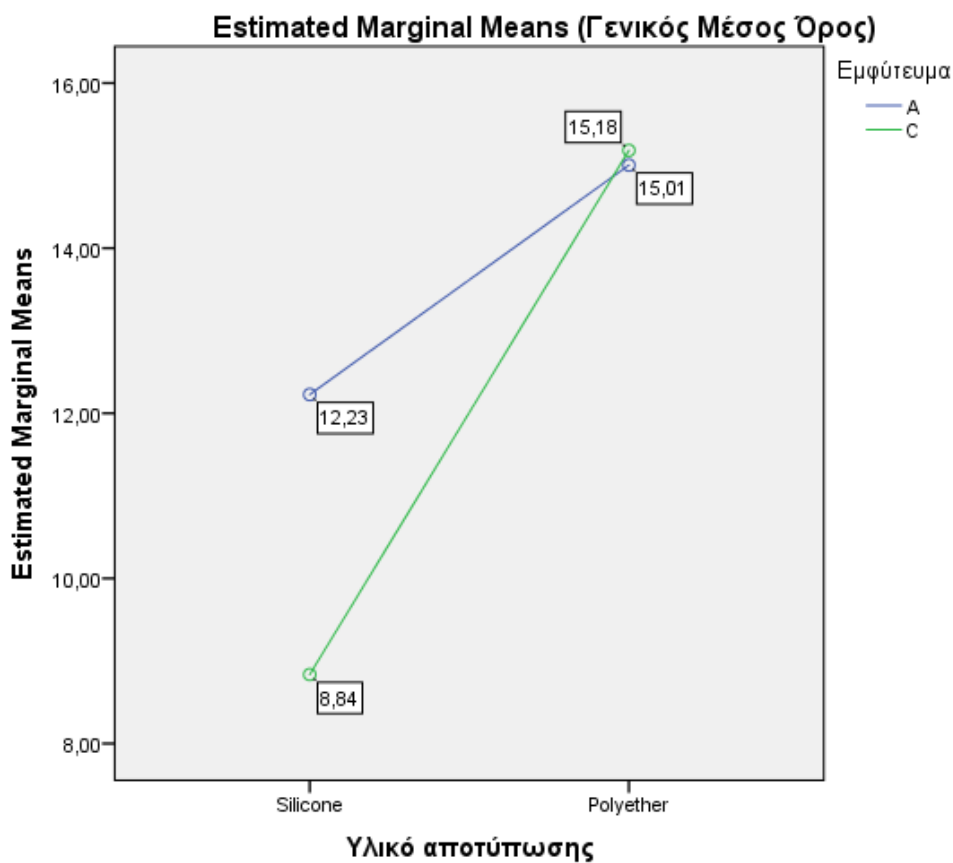
Στον **Πίνακα 6** αναφέρονται οι γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής (gmean) είτε ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα A είτε στο εμφύτευμα Γ με υλικό αποτύπωσης είτε τη σιλικόνη αθροιστικού τύπου είτε τον πολυαιθέρα. Όταν λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα A, ο γενικός μέσος όρος εφαρμογής της υπερκατασκευής ήταν 12,23  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τη σιλικόνη και 15,01  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Όταν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Γ, ο γενικός μέσος όρος εφαρμογής της υπερκατασκευής ήταν 8,84  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τη σιλικόνη και 15,18  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Παρατηρείται ότι η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές (8,84  $\mu\text{m}$  / 15,18  $\mu\text{m}$ ) είναι μεγάλη. Ωστόσο αυτή η διαφορά των τιμών δεν είναι στατιστικά σημαντική γιατί το N (αριθμός μετρήσεων) είναι μικρότερος. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 3**.

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος

Υλικό αποτύπωσης	Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	A	12,227	2,102	8,016	16,438
	Γ	8,836	2,102	4,625	13,047
Πολυαιθέρας	A	15,006	2,102	10,795	19,217
	Γ	15,184	2,102	10,973	19,395

**Πίνακας 6:** Γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής (*gmean*) με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p>0.05$  NS)



**Διάγραμμα 3 :** Γενικοί μέσοι όροι εφαρμογής της υπερκατασκευής (*gmean*) με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p>0.05$  NS)

#### 9.4. Κατηγορική παλινδρόμηση συνολικά

Για την περαιτέρω διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των δύο παραγόντων, δηλαδή του υλικού αποτύπωσης (σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή πολυαιθέρας) και της κοχλίωσης των εμφυτευμάτων (εμφύτευμα Α ή εμφύτευμα Γ), έγινε στατιστική ανάλυση κατηγορικής παλινδρόμησης (Categorical Regression). Με αυτή την ανάλυση (Πίνακες 7, 8 και 9) ελέγχεται κατά πόσο επηρεάζει ο κάθε παράγοντας (ανεξάρτητη μεταβλητή) το μέγεθος του γενικού μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου (εξαρτημένη μεταβλητή).

Στον **Πίνακα 7** παρουσιάζεται η κατηγορική παλινδρόμηση γενικού μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). Δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

##### ANOVA

	Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
<b>Regression</b>	<b>4,939</b>	<b>2</b>	<b>2,469</b>	<b>2,556</b>	<b>,086 NS</b>
Residual	55,061	57	,966		
Total	60,000	59			

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος σχισμοειδούς χώρου

Προβλεπτικοί παράγοντες: Υλικό αποτύπωσης, Εμφύτευμα

**Πίνακας 7:** Κατηγορική παλινδρόμηση σχισμοειδούς χώρου με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα)  
( $F=2.556$ ), ( $R^2=0.25$ ), ( $p>0.05$  **NS**)

Στον **Πίνακα 8** παρουσιάζεται η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση γενικού μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου. Οι συντελεστές που μελετώνται είναι το “υλικό αποτύπωσης” και το “εμφύτευμα-κοχλίωση”. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε μόνο ο παράγοντας “υλικό αποτύπωσης”.

##### Coefficients

	Standardized Coefficients		df	F	Sig.
	Beta	Bootstrap (1000) Estimate of Std. Error			
<b>Υλικό αποτύπωσης</b>	,233	,113	1	<b>4,248</b>	<b>,044</b>
Εμφύτευμα	,167	,109	1	2,337	,132

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος

**Πίνακας 8:** Στατιστική σημαντικότητα συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση γενικού μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου

Στον **Πίνακα 9** παρουσιάζεται η σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στη συνολική ακρίβεια εφαρμογής. Όπως φαίνεται σε αυτόν, η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε κυρίως από το υλικό αποτύπωσης κατά 66,2% και κατά 33,8% από την κοχλίωση των εμφυτευμάτων.

#### Correlations and Tolerance

	Correlations			Importance	Tolerance	
	Zero-Order	Partial	Part		AfterTransformation	BeforeTransformation
<b>Υλικό αποτύπωσης</b>	,233	,237	,233	<b>,662</b>	1,000	1,000
Εμφύτευμα	,167	,171	,167	,338	1,000	1,000

Εξαρτημένη μεταβλητή: Γενικός Μέσος Όρος

**Πίνακας 9:** Σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην συνολική ακρίβεια εφαρμογής.

## 9.5 Ανάλυση διακύμανσης ανά εμφύτευμα

Προκειμένου να διερευνηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα αποτελέσματα έγινε ανάλυση διακύμανσης μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου (Πολλαπλή Ανάλυση Διακύμανσης- Multiple Anova) για κάθε εμφύτευμα ξεχωριστά.

### Εμφύτευμα Α

Στον **Πίνακα 10** παρουσιάζεται η ανάλυση διακύμανσης μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου για το εμφύτευμα Α. Ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου για το εμφύτευμα Α για κάθε υλικό αποτύπωσης προκύπτει από τα αποτελέσματα του πίνακα στον οποίο φαίνεται ότι στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάζεται σε όλους τους παράγοντες δηλαδή “υλικό αποτύπωσης”, “εμφύτευμα” και στον συνδυασμό “υλικό αποτύπωσης – εμφύτευμα”.



### Tests of Between-Subjects Effect

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

Source	Type III Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
Model	9080,274 <sup>a</sup>	4	2270,069	19,903	,000
Υλικό αποτύπωσης	522,720	1	522,720	4,583	,037*
Εμφύτευμα	4017,417	1	4017,417	35,223	,000**
Υλικό αποτύπωσης *	522,720	1	522,720	4,583	,037*
Εμφύτευμα					
Σφάλμα	6387,122	56	114,056		
Διορθωμένο σύνολο	15467,396	60			

a. R Squared = ,587 (Adjusted R Squared = ,558)

\*p<0.05

\*\*p<0.01

**Πίνακας 10 :** Ανάλυση διακύμανσης μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα A

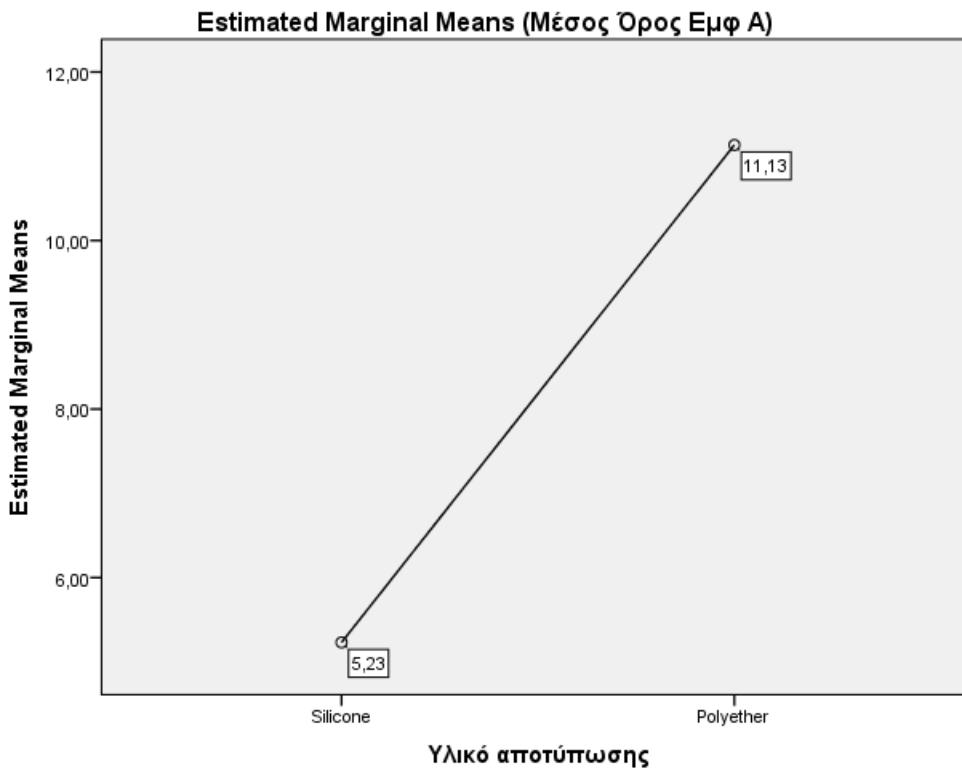
Στον **Πίνακα 11** αναφέρεται ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα A και με τα δύο υλικά αποτύπωσης, όταν έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποτύπωσης η σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή ο πολυαιθέρας με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Όταν η λήψη του αποτυπώματος γινόταν με σιλικόνη, ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα A ήταν 5,23 μm ενώ όταν γινόταν με πολυαιθέρα ο αντίστοιχος μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ήταν 11,13 μm. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 4**.

Υλικό αποτύπωσης (ανεξάρτητη μεταβλητή)

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

Υλικό αποτύπωσης	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	5,231	1,950	1,325	9,137
Πολυαιθέρας	11,134	1,950	7,228	15,040

**Πίνακας 11:** Μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου (μm) στο εμφύτευμα A όταν ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν το υλικό αποτύπωσης.



**Διάγραμμα 4:** Μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) στο εμφύτευμα Α ανάλογα με το υλικό αποτύπωσης. ( $p < 0.05$ )

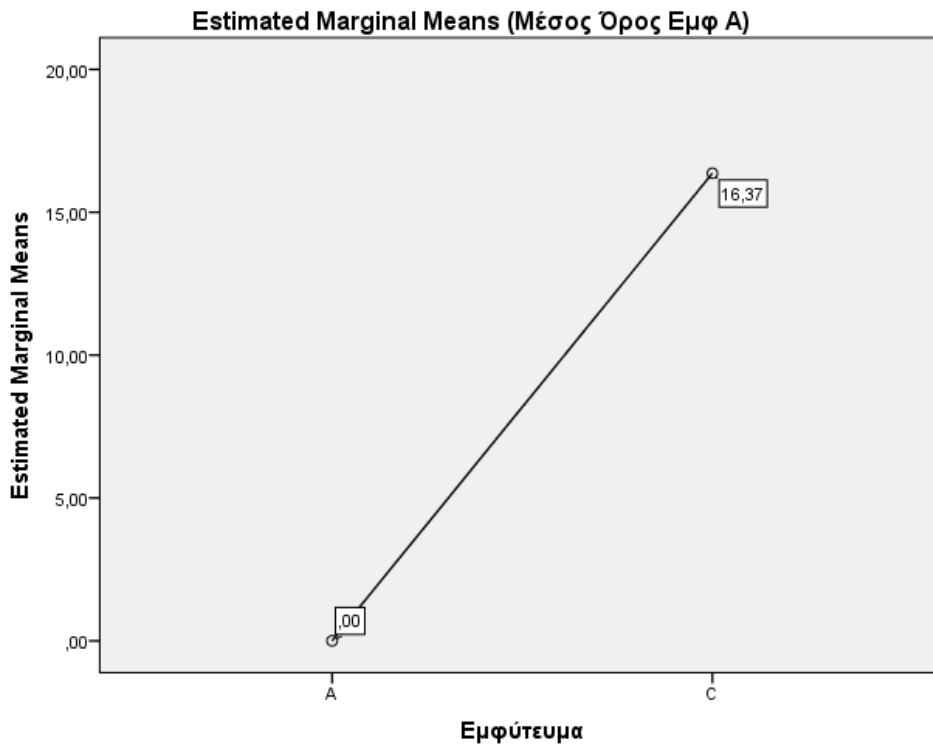
Στον **Πίνακα 12** αναφέρονται οι μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Α, και με τα δύο υλικά αποτύπωσης, όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα Α ή στο εμφύτευμα Γ. Στην ανάλυση αυτή η ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν το “εμφύτευμα”. Όταν λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Α ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα σε αυτόν και στο εμφύτευμα Α ήταν μηδενικός ενώ όταν κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Γ, ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα Α ήταν 16,4 $\mu\text{m}$ . Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 5**.

**Εμφύτευμα (ανεξάρτητη μεταβλητή)**

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	,000	1,950	-3,906	3,906
Γ	16,365	1,950	12,459	20,271

**Πίνακας 12:** Μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Α, και με τα δύο υλικά αποτύπωσης, όταν ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν το εμφύτευμα (κοχλίωση).



**Διάγραμμα 5:** : Μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου (μm) της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα A, και με τα δύο υλικά αποτύπωσης, όταν ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν το εμφύτευμα (κοχλίωση).

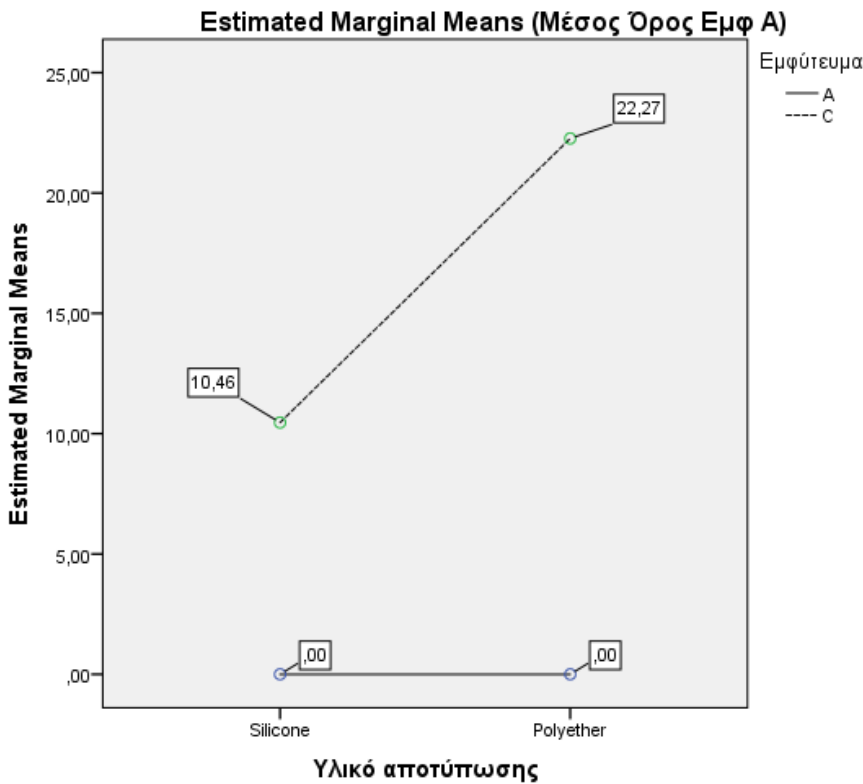
Στον **Πίνακα 13** αναφέρονται οι μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα A όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα A είτε στο εμφύτευμα Γ με υλικό αποτύπωσης είτε τη σιλικόνη αθροιστικού τύπου είτε τον πολυαιθέρα. Σε αυτή την ανάλυση η ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν η αλληλεπίδραση “εμφύτευμα” και “υλικό αποτύπωσης”. Όταν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα A, ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα A ήταν μηδενικός, ανεξάρτητα από το αν είχε χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποτύπωσης σιλικόνη προσθήκης ή πολυαιθέρας. Όταν όμως, η κοχλίωση γινόταν στο εμφύτευμα Γ, ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στην υπερκατασκευή και το εμφύτευμα A ήταν 10,46μm με υλικό αποτύπωσης την σιλικόνη προσθήκης και 22,27μm με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 6**.

**Υλικό αποτύπωσης \* εμφύτευμα**

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

Υλικό αποτύπωσης	Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	A	,000	2,757	-5,524	5,524
	Γ	10,462	2,757	4,938	15,986
Πολυαιθέρας	A	,000	2,757	-5,524	5,524
	Γ	22,269	2,757	16,745	27,793

**Πίνακας 13:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου του εμφυτεύματος A με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”.



**Διάγραμμα 6:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου (μm) στο εμφύτευμα A με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. (p<0.05)

**Εμφύτευμα Β**

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου για το εμφύτευμα Β. Όπως προέκυψε από αυτά, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε μόνο στον παράγοντα “υλικό αποτύπωσης”, ενώ ο παράγων “εμφύτευμα-κοχλίωση” δε φάνηκε να επηρεάζει την ακρίβεια αποτύπωσης σε βαθμό στατιστικά σημαντικό.

### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

Source	Type III Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
Model	21768,667 <sup>a</sup>	4	5442,167	66,958	,000
<b>Υλικό αποτύπωσης</b>	<b>435,261</b>	<b>1</b>	<b>435,261</b>	<b>5,355</b>	<b>,024*</b>
Εμφύτευμα	43,378	1	43,378	,534	,468
Υλικό αποτύπωσης * Εμφύτευμα	51,405	1	51,405	,632	,430
Σφάλμα	4551,541	56	81,278		
Διορθωμένο σύνολο	26320,208	60			

a. R Squared = ,827 (Adjusted R Squared = ,815)

$p < 0.05$

**Πίνακας 14:** Ανάλυση διακύμανσης μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Β

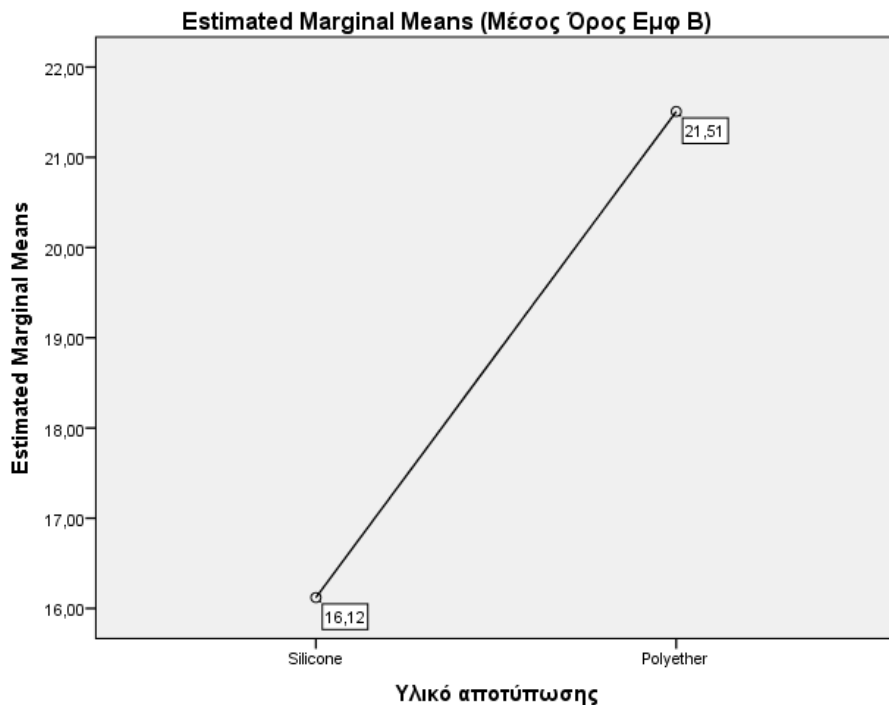
Στον **Πίνακα 15** αναφέρεται ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Β όταν έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποτύπωσης η σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή ο πολυαιθέρας με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Όταν η λήψη του αποτυπώματος γινόταν με σιλικόνη, ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα Β ήταν 16,12  $\mu\text{m}$  ενώ όταν γινόταν με πολυαιθέρα ο αντίστοιχος μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ήταν 21,51  $\mu\text{m}$ . Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 7**.

### Υλικό αποτύπωσης

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

Υλικό αποτύπωσης	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	16,121	1,646	12,824	19,418
Πολυαιθέρας	21,508	1,646	18,210	24,805

**Πίνακας 15:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) στο εμφύτευμα Β με ανεξάρτητη μεταβλητή το υλικό αποτύπωσης. ( $p < 0.05$ )



**Διάγραμμα 7:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) στο εμφύτευμα Β ανάλογα με το υλικό αποτύπωσης. ( $p < 0.05$ )

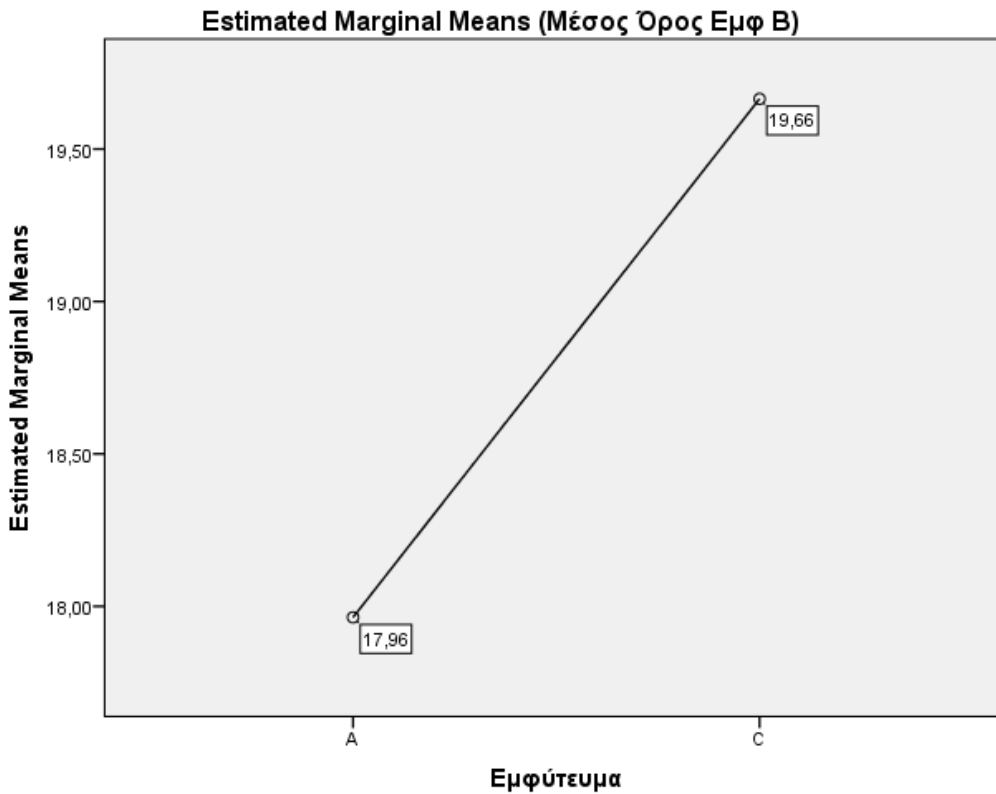
Στον **Πίνακα 16** αναφέρονται οι μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Β, και με τα δύο υλικά αποτύπωσης, όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα Α ή στο εμφύτευμα Γ. Όταν λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Α ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα σε αυτόν και στο εμφύτευμα Β ήταν 17,96  $\mu\text{m}$  ενώ όταν κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Γ, ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα Β ήταν 19,67  $\mu\text{m}$ . Η διαφορά ανάμεσα στις τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 8**.

#### Εμφύτευμα

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Α	17,964	1,646	14,667	21,261
Γ	19,665	1,646	16,367	22,962

**Πίνακας 16:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Β και με τα δύο υλικά αποτύπωσης όταν ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το εμφύτευμα (κοχλίωση). ( $p > 0.05$ )



**Διάγραμμα 8:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα B και με τα δύο υλικά αποτύπωσης με ανεξάρτητη μεταβλητή το εμφύτευμα (κοχλίωση). ( $p > 0.05$ )

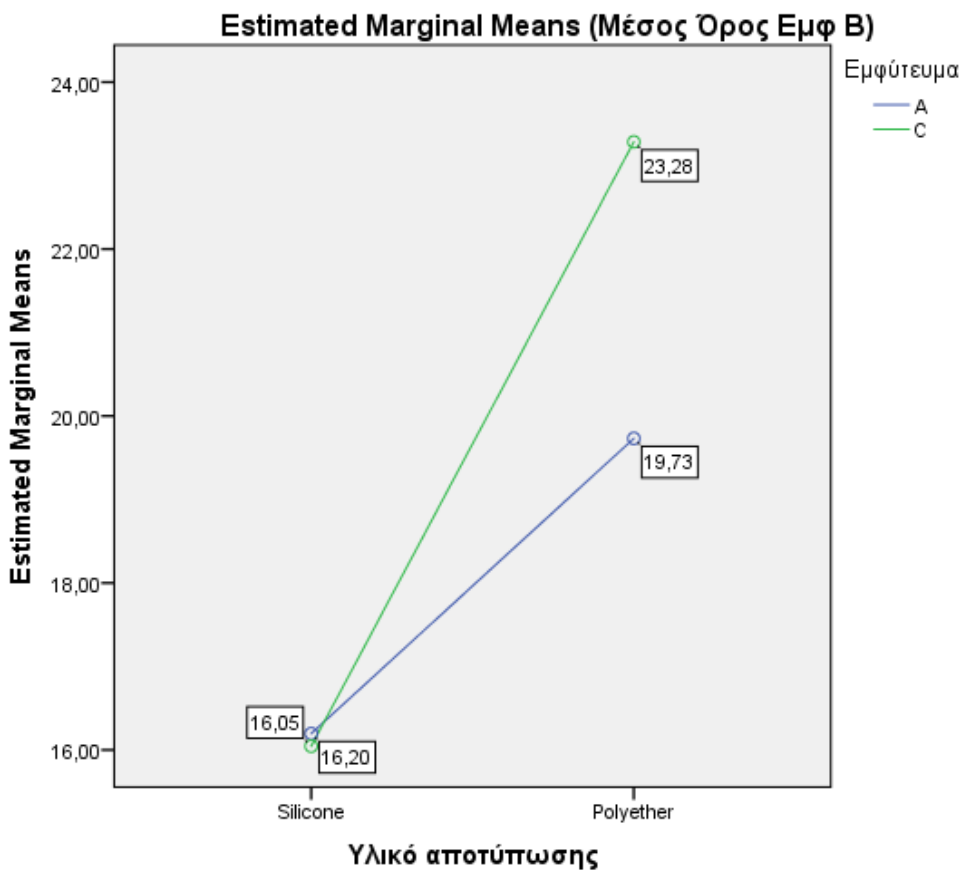
Στον **Πίνακα 17** αναφέρονται οι μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα B είτε ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα A είτε στο εμφύτευμα Γ με υλικό αποτύπωσης είτε τη σιλικόνη αθροιστικού τύπου είτε τον πολυαιθέρα. Όταν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα A, ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα B ήταν 16,20  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τη σιλικόνη προσθήκης και 19,73  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Όταν η κοχλίωση γινόταν στο εμφύτευμα Γ, ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στην υπερκατασκευή και το εμφύτευμα B ήταν 16,05  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης την σιλικόνη προσθήκης και 23,28  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 9**.

**Υλικό αποτύπωσης \* Εμφύτευμα**

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

Υλικό αποτύπωσης	Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	A	16,196	2,328	11,533	20,859
	Γ	16,046	2,328	11,382	20,709
Πολυαιθέρας	A	19,732	2,328	15,069	24,395
	Γ	23,284	2,328	18,620	27,947

**Πίνακας 17:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου (μm) του εμφυτεύματος Β με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p > 0.05$ )



**Διάγραμμα 9:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου (μm) του εμφυτεύματος Β με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p > 0.05$ )



## Εμφύτευμα Γ

Στον **Πίνακα 18** παρουσιάζεται η ανάλυση διακύμανσης του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου για το εμφύτευμα Γ. Σε αυτήν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά  $p < 0.01$  όσον αφορά τον παράγοντα “εμφύτευμα – κοχλίωση” και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τους παράγοντες “υλικό αποτύπωσης” και “υλικό αποτύπωσης-εμφύτευμα”.

### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

Source	Type III Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
Model	15886,440 <sup>a</sup>	4	3971,610	29,443	,000
Υλικό αποτύπωσης	86,456	1	86,456	,641	,427
<b>Εμφύτευμα</b>	<b>7856,764</b>	<b>1</b>	<b>7856,764</b>	<b>58,246</b>	<b>,000</b>
Υλικό αποτύπωσης * Εμφύτευμα	86,456	1	86,456	,641	,427
Σφάλμα	7553,865	56	134,890		
Διορθωμένο σύνολο	23440,305	60			

a. R Squared = ,678 (Adjusted R Squared = ,655)

**Πίνακας 18:** Ανάλυση διακύμανσης μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Γ.

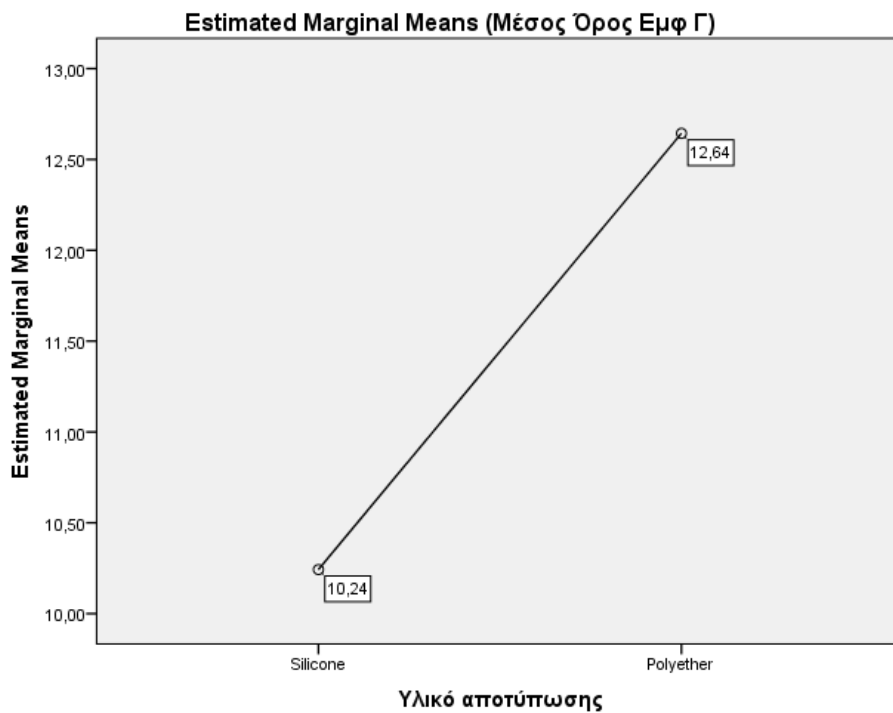
Στον **Πίνακα 19** αναφέρεται ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Γ όταν έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποτύπωσης η σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή ο πολυαιθέρας. Όταν η λήψη του αποτυπώματος γινόταν με σιλικόνη, ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα Γ ήταν 10,24μm ενώ όταν γινόταν με πολυαιθέρα ο αντίστοιχος μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ήταν 12,64 μm. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 10**.

### Υλικό αποτύπωσης

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

Υλικό αποτύπωσης	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	10,243	2,120	5,995	14,491
Πολυαιθέρας	12,644	2,120	8,396	16,891

**Πίνακας 19:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου (μm) στο εμφύτευμα Γ με ανεξάρτητη μεταβλητή το υλικό αποτύπωσης. ( $p > 0.05$ )



**Διάγραμμα 10:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) στο εμφύτευμα Γ ανάλογα με το υλικό αποτύπωσης. ( $p > 0.05$ )

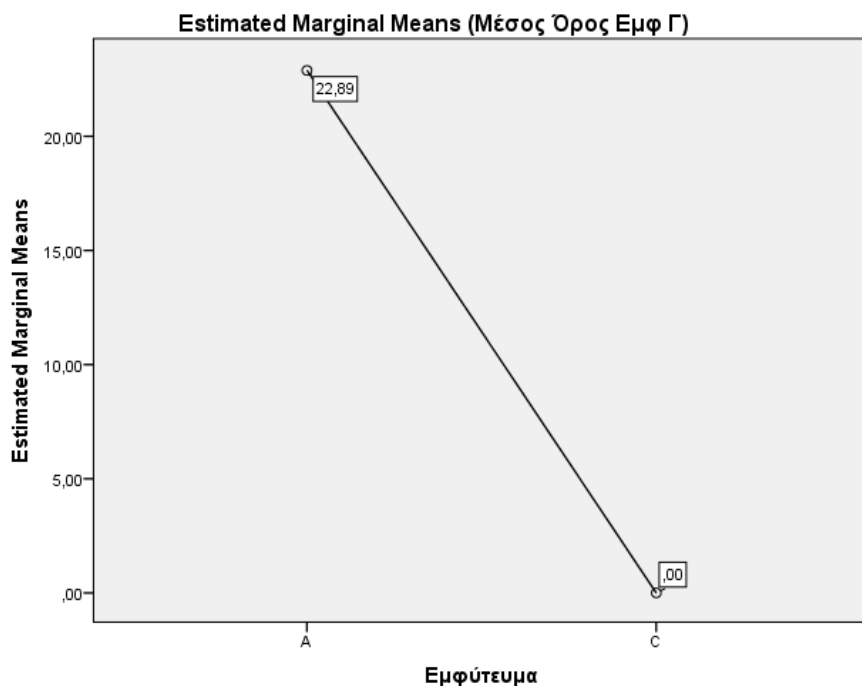
Στον **Πίνακα 20** αναφέρονται οι μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Γ με σιλικόνη και πολυαιθέρα, όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα Α ή στο εμφύτευμα Γ. Όταν λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Γ ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα σε αυτόν και στο εμφύτευμα Γ ήταν μηδενικός ενώ όταν κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Α, ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στην υπερκατασκευή και το εμφύτευμα Γ ήταν 22,89 $\mu\text{m}$ . Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 11**.

#### Εμφύτευμα(κοχλίωση)

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	22,886	2,120	18,639	27,134
Γ	0	2,120	-4,248	4,248

**Πίνακας 20:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) στο εμφύτευμα Γ με ανεξάρτητη μεταβλητή το εμφύτευμα (κοχλίωση). ( $p < 0.01$ )



**Διάγραμμα 11:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) στο εμφύτευμα Γ ανάλογα με την κοχλίωση. ( $p < 0.01$ )

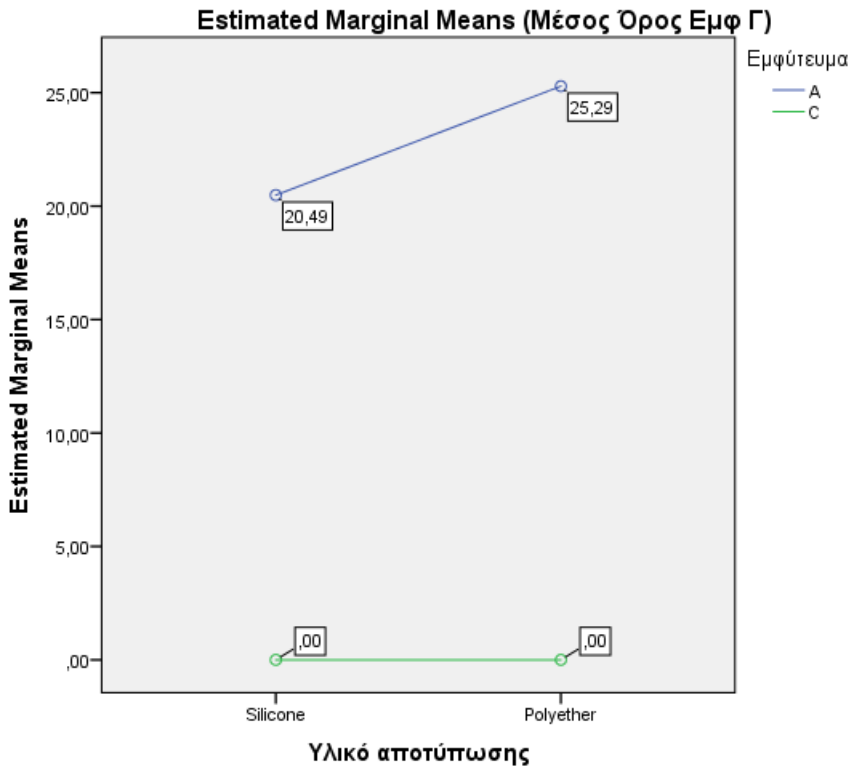
Στον **Πίνακα 21** αναφέρονται οι μέσοι όροι του σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής στο εμφύτευμα Γ με σιλικόνη και πολυαιθέρα, είτε ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα Α είτε στο εμφύτευμα Γ με υλικό αποτύπωσης είτε τη σιλικόνη αθροιστικού τύπου είτε τον πολυαιθέρα. Όταν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Α, ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα Γ ήταν 20,48  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τη σιλικόνη προσθήκης και 25,29  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Όταν η κοχλίωση γινόταν στο εμφύτευμα Γ, ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στην υπερκατασκευή και το εμφύτευμα Γ ήταν 0  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης την σιλικόνη προσθήκης και 0  $\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω αποτυπώνονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 12**.

#### Υλικό αποτύπωσης \* Εμφύτευμα

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

Υλικό αποτύπωσης	Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	A	20,486	2,999	14,478	26,493
	Γ	0	2,999	-6,007	6,007
Πολυαιθέρας	A	25,287	2,999	19,280	31,294
	Γ	0	2,999	-6,007	6,007

**Πίνακας 21:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) του εμφυτεύματος Γ με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p > 0.05$ )



**Διάγραμμα 12:** Μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) του εμφυτεύματος Γ με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p > 0.05$ )

### 9.6 Κατηγορική παλινδρόμηση για κάθε ένα εμφύτευμα ξεχωριστά

Για την περαιτέρω διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των δύο παραγόντων, δηλαδή του υλικού αποτύπωσης (σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή πολυαιθέρας) και της κοχλίωσης (κλίσης) των εμφυτευμάτων, έγινε στατιστική ανάλυση κατηγορικής παλινδρόμησης (Categorical Regression) για κάθε εμφύτευμα ξεχωριστά. Με αυτή την ανάλυση ελέγχεται κατά πόσο επηρεάζει ο κάθε παράγοντας το μέγεθος του σχισμοειδούς χώρου στο κάθε εμφύτευμα.

## Εμφύτευμα Α

Στον Πίνακα 22 παρουσιάζεται η κατηγορική παλινδρόμηση του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Α με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). Οι διαφορές στην κατηγορική παλινδρόμηση ήταν στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.01$ )

	Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
Regression	27,639	2	13,820	24,342	,000
Residual	32,361	57	,568		
Total	60,000	59			

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

Προβλεπτικοί παράγοντες: Υλικό αποτύπωσης Εμφύτευμα

**Πίνακας 22:** Κατηγορική παλινδρόμηση του σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Α με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). ( $F=24.34$ ), ( $R^2=1.38$ ), ( $p < 0.01$ )

Στον Πίνακα 23 παρουσιάζεται η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών (υλικό αποτύπωσης, εμφύτευμα) στην κατηγορική παλινδρόμηση μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Α. Οι συντελεστές “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση” επηρέασαν την τιμή του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου του εμφυτεύματος Α με στατιστικά σημαντικό τρόπο.

### Coefficients

	Beta	Bootstrap (1000) Estimate of Std. Error			
Υλικό αποτύπωσης	,174	,079	1	4,833	,032
Εμφύτευμα	,656	,055	1	139,813	,000

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

**Πίνακας 23:** Στατιστική σημαντικότητα συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση μέσω των όρων σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Α.

Στον Πίνακα 24 παρουσιάζεται η σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην ακρίβεια εφαρμογής του εμφυτεύματος Α. Όπως φαίνεται σε αυτόν, η ακρίβεια

αποτύπωσης επηρεάστηκε κυρίως από τον παράγοντα “εμφύτευμα-κοχλίωση” κατά 93,4% και από το “υλικό αποτύπωσης” κατά 6%.

#### Correlations and Tolerance

	Correlations			Importance	Tolerance	
	Zero-Order	Partial	Part		AfterTransformation	BeforeTransformation
Υλικό αποτύπωσης	,174	,231	,174	<b>,066</b>	1,000	1,000
Εμφύτευμα	,656	,666	,656	<b>,934</b>	1,000	1,000

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Α

**Πίνακας 24:** Σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην ακρίβεια εφαρμογής του εμφυτεύματος Α.

#### Εμφύτευμα Β

Στον **Πίνακα 25** παρουσιάζεται η κατηγορική παλινδρόμηση του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Β με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). Οι διαφορές στην κατηγορική παλινδρόμηση δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. ( $p > 0.05$  NS)

#### ANOVA

	Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
<b>Regression</b>	<b>4,506</b>	<b>2</b>	<b>2,253</b>	<b>2,314</b>	<b>,108NS</b>
Residual	55,494	57	,974		
Total	60,000	59			

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

Προβλεπτικοί παράγοντες: Υλικό αποτύπωσης Εμφύτευμα

**Πίνακας 25:** Κατηγορική παλινδρόμηση του σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Β με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). ( $F=2.31$ ), ( $R^2= .,23$ ), ( $p > 0.05$  NS ), (μη στατιστικά σημαντικό)

Στον **Πίνακα 26** παρουσιάζεται η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών (υλικό αποτύπωσης, εμφύτευμα) στην κατηγορική παλινδρόμηση μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Β. Μόνο ο συντελεστής “υλικό αποτύπωσης” επηρέασε την τιμή του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου του εμφυτεύματος Β με στατιστικά σημαντικό τρόπο.

### Coefficients

	Standardized Coefficients		df	F	Sig.
	Beta	Bootstrap (1000) Estimate of Std. Error			
Υλικό αποτύπωσης	,264	,112	1	5,539	,022
Εμφύτευμα	,072	,087	1	,682	,412

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

**Πίνακας 26:** Στατιστική σημαντικότητα συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση μέσω των όρων σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Β

Στον **Πίνακα 27** παρουσιάζεται η σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην ακρίβεια εφαρμογής του εμφυτεύματος Β. Όπως φαίνεται σε αυτόν, η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε κυρίως από τον παράγοντα “υλικό αποτύπωσης” κατά 93,1% και από τον παράγοντα “εμφύτευμα-κοχλίωση” κατά 6,9%.

### Correlations and Tolerance

	Correlations			Importance	Tolerance	
	Zero-Order	Partial	Part		After Transformation	Before Transformation
Υλικό αποτύπωσης	,264	,265	,264	,931	1,000	1,000
Εμφύτευμα	,072	,075	,072	,069	1,000	1,000

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Β

**Πίνακας 27:** Σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην ακρίβεια εφαρμογής του εμφυτεύματος Β. Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα η ακρίβεια αποτύπωσης του εμφυτεύματος Β επηρεάστηκε κυρίως από το υλικό αποτύπωσης κατά 93.1% και από το εμφύτευμα κατά 6.9%.

### Εμφύτευμα Γ

Στον **Πίνακα 28** παρουσιάζεται η κατηγορική παλινδρόμηση του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Γ με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). Η κατηγορική παλινδρόμηση παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές.

( $p < 0.01$ )

### ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Regression</b>	<b>33,370</b>	<b>2</b>	<b>16,685</b>	<b>35,714</b>	<b>,000</b>
Residual	26,630	57	,467		
Total	60,000	59			

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

Προβλεπτικοί παράγοντες: Υλικό αποτύπωσης Εμφύτευμα

**Πίνακας 28:** Κατηγορική παλινδρόμηση του σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Γ με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). ( $F=35,71$ ), ( $R^2=1,67$ ), ( $p < 0.01$ )

Στον **Πίνακα 29** παρουσιάζεται η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών (υλικό αποτύπωσης, εμφύτευμα) στην κατηγορική παλινδρόμηση μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Γ. Μόνο ο συντελεστής “εμφύτευμα-κοχλίωση” επηρεάζει την τιμή του μέσου όρου σχισμοειδούς χώρου του εμφυτεύματος Γ με στατιστικά σημαντικό τρόπο, ενώ ο παράγων “υλικό αποτύπωσης” δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές .

#### Coefficients

	Standardized Coefficients		df	F	Sig.
	Beta	Bootstrap (1000) Estimate of Std. Error			
Υλικό αποτύπωσης	,025	,055	1	,205	,652
<b>Εμφύτευμα</b>	<b>,745</b>	<b>,035</b>	<b>1</b>	<b>457,129</b>	<b>,000</b>

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

**Πίνακας 29:** Στατιστική σημαντικότητα συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση μέσων όρων σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Γ.

Στον **Πίνακα 30** παρουσιάζεται η σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην ακρίβεια εφαρμογής του εμφυτεύματος Γ. Όπως φαίνεται σε αυτόν, η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε κυρίως από τον παράγοντα “εμφύτευμα-κοχλίωση” κατά 99,9%, ενώ από τον παράγοντα “υλικό αποτύπωσης” κατά 0,01% μόνο.

#### Correlations and Tolerance

	Correlations			Importance	Tolerance	
	Zero-Order	Partial	Part		After Transformation	Before Transformation
Υλικό αποτύπωσης	,025	,037	,025	,001	1,000	1,000
<b>Εμφύτευμα</b>	<b>,745</b>	<b>,746</b>	<b>,745</b>	<b>,999</b>	1,000	1,000

Εξαρτημένη μεταβλητή: Μέσος Όρος Εμφ Γ

**Πίνακας 30:** Σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην ακρίβεια εφαρμογής του εμφυτεύματος Γ. Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα η ακρίβεια αποτύπωσης του εμφυτεύματος Γ επηρεάστηκε κυρίως από το εμφύτευμα κατά 99.9% και από το υλικό αποτύπωσης μόνο κατά 0.1%.

### 9.7. Σχολιασμός των αποτελεσμάτων

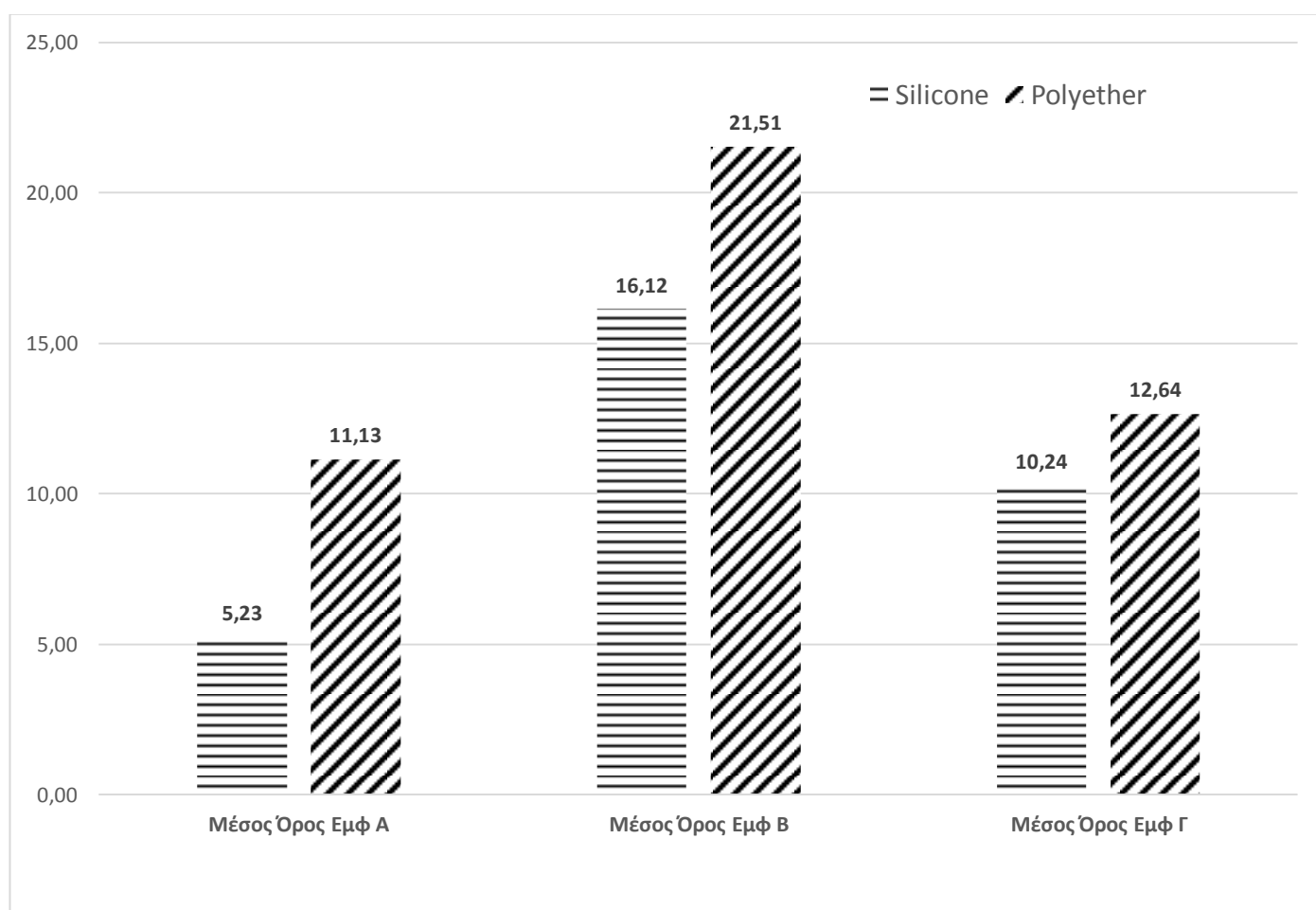
Όπως φαίνεται από τη συνολική στατιστική ανάλυση, ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στο μεταλλικό σκελετό και τα εμφυτεύματα επηρεάζεται σημαντικά από το υλικό αποτύπωσης. Το ίδιο δεν ισχύει για τον παράγοντα “εμφύτευμα –κοχλίωση”. Επίσης από την κατηγορική



παλινδρόμηση φαίνεται ότι ο σχισμοειδής χώρος επηρεάζεται από το υλικό αποτύπωσης κατά 66,2% (**Πίνακας 9**). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που αφορούν το σύνολο των εμφυτευμάτων η σιλικόνη προσθήκης υπερέχει του πολυαιθέρα στην ακρίβεια αποτύπωσης καθώς οι τιμές του σχισμοειδούς χώρου στα εκμαγεία που προκύπτουν από αποτυπώματα με σιλικόνη είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές στα εκμαγεία που προκύπτουν από τον πολυαιθέρα. Η διαφορά των αποτελεσμάτων είναι στατιστικά σημαντική.

Από την άλλη μεριά τα αποτελέσματα έχουν κάποιες διαφορές όταν αναλυθούν για κάθε ένα εμφύτευμα ξεχωριστά.

Στο **Διάγραμμα 13** φαίνονται οι μέσοι όροι σχισμοειδούς χώρου για κάθε εμφύτευμα.



**Διάγραμμα 13:** Σχηματική παρουσίαση των αριθμητικών αποτελεσμάτων των μέσων όρων σχισμοειδούς χώρου (μm) από κάθε εμφύτευμα.

Από την ανάλυση διακύμανσης που έγινε για κάθε εμφύτευμα ξεχωριστά, βρέθηκε ότι στα εμφυτεύματα Α και Β (παράλληλα εμφυτεύματα), ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου επηρεάζεται με στατιστικά σημαντικό τρόπο από τον παράγοντα “υλικό αποτύπωσης” (**Πίνακες**

**11 και 15**) . Δηλαδή ανάμεσα στις τιμές του σχισμοειδούς χώρου που προκύπτουν από τα αποτυπώματα σιλικόνης και τις τιμές σχισμοειδούς χώρου που προκύπτουν από τα αποτυπώματα πολυαιθέρα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Το ίδιο όμως δεν ισχύει για το εμφύτευμα Γ (κεκλιμένο) στο οποίο βρέθηκε ότι ο σχισμοειδής χώρος δεν επηρεάζεται με στατιστικά σημαντικό τρόπο από το υλικό αποτύπωσης. Πράγματι, αν παρατηρήσουμε στο **Διάγραμμα 13** , βλέπουμε ότι η τιμή του μέσου όρου του σχισμοειδούς χώρου που προκύπτει από τα αποτυπώματα της σιλικόνης (10,24μm.) είναι αρκετά κοντά στη τιμή του μέσου όρου του σχισμοειδούς χώρου που προκύπτει από τα αποτυπώματα του πολυαιθέρα (12,64μm). Όσον αφορά τώρα τον παράγοντα “εμφύτευμα-κοχλίωση” αυτός επηρεάζει με στατιστικά σημαντικό τρόπο μόνο τις τιμές του Α και του Γ και όχι τις τιμές του Β. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τα εμφυτεύματα Α και Γ ήταν αυτά στα οποία κοχλιωνόταν ο σκελετός , με αποτέλεσμα οι μισές από τις τιμές του σχισμοειδούς χώρου να είναι μηδενικές.

Επίσης αν παρατηρήσουμε το **Διάγραμμα 13** , βλέπουμε ότι ο μέσος όρος του σχισμοειδούς χώρου που προκύπτει από τα αποτυπώματα της σιλικόνης στο εμφύτευμα Γ (κεκλιμένο) έχει σχεδόν διπλάσια τιμή από τον αντίστοιχο στο εμφύτευμα Α (ευθύ). Θα μπορούσε λοιπόν να υποθέσει κανείς ότι επηρεάζει η κλίση του εμφυτεύματος και ότι ο σχισμοειδής χώρος στα κεκλιμένα εμφυτεύματα είναι μεγαλύτερος από ότι στα παράλληλα.

Για να είναι δυνατή η εξαγωγή ενός ασφαλούς συμπεράσματος σχετικά με την επιρροή της κλίσης του εμφυτεύματος στην τιμή του σχισμοειδούς χώρου αποφασίστηκε να γίνει μία ξεχωριστή ανάλυση διακύμανσης στην οποία δε θα λαμβάναμε υπόψιν τις μηδενικές τιμές του Α και του Γ. Για να γίνει αυτό ορίστηκε ως εξαρτημένη μεταβλητή η τροποποιημένη τιμή σχισμοειδούς χώρου (modified gap value) . **Δηλαδή σχισμοειδής χώρος (modified gap) του Α\***, ήταν η τιμή του σχισμοειδούς χώρου του εμφυτεύματος Γ όταν κοχλιωνόταν το εμφύτευμα Α (όχι ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου του Α). Αντίστοιχα **σχισμοειδής χώρος (modified gap) του Γ\*** ήταν η τιμή του σχισμοειδούς χώρου του Α όταν κοχλιωνόταν το εμφύτευμα Γ. Ο λόγος για τον οποίο υπήρχε αυτή η αντιστροφή των ονομάτων, ήταν τεχνικοί λόγοι του προγράμματος στατιστικής δοκιμασίας. Στην παρακάτω ανάλυση διακύμανσης δεν υπολογίστηκαν οι τιμές του Β.

## 9.8. Ανάλυση διακύμανσης εμφυτευμάτων Α και Γ για την τροποποιημένη τιμή σχισμοειδούς χώρου

Στον Πίνακα 31 παρουσιάζεται η ανάλυση διακύμανσης της τροποποιημένης τιμής του σχισμοειδούς χώρου (**modified gap value**) σε σχέση με τη θέση του εμφυτεύματος (Α, Γ) και το υλικό αποτύπωσης. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 31, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε μόνο στον παράγοντα “υλικό αποτύπωσης”, ενώ ο παράγων “εμφύτευμα” – “κοχλίωση” δε φάνηκε να επηρεάζει την ακρίβεια αποτύπωσης σε βαθμό στατιστικά σημαντικό.

### Tests of Between-Subjects Effects

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένη τιμή σχισμοειδούς χώρου

Source	Type III Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
Model	24966,714 <sup>a</sup>	4	6241,678	25,072	,000
Υλικό αποτύπωσης	1034,346	1	1034,346	4,155	,046
Εμφύτευμα	637,830	1	637,830	2,562	,115 Τάση
Εμφύτευμα * Υλικό αποτύπωσης	184,007	1	184,007	,739	,394
Σφάλμα	13940,987	56	248,946		
Διορθωμένο σύνολο	38907,701	60			

a. R Squared = ,642 (Adjusted R Squared = ,616)

**Πίνακας 31:** Ανάλυση διακύμανσης των τροποποιημένων τιμών σχισμοειδούς χώρου (**modified gap value**) σε σχέση με το εμφύτευμα που κοχλιωνόταν (Α,Γ) και το υλικό αποτύπωσης.

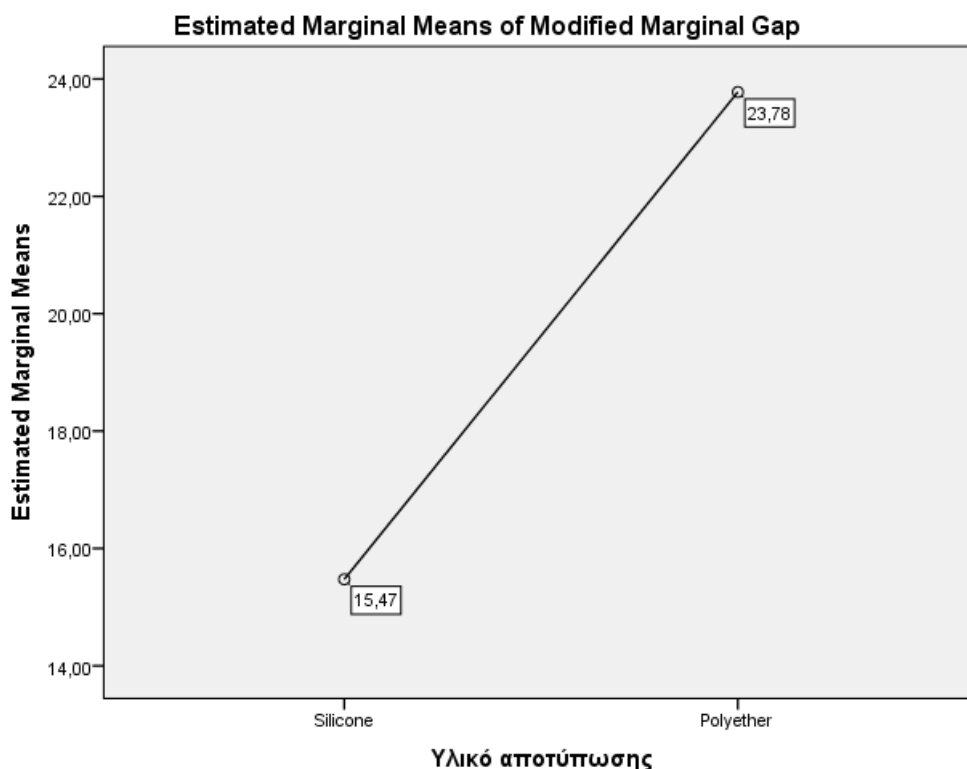
Στον Πίνακα 32 αναφέρονται οι μέσοι όροι του τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής όταν έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποτύπωσης η σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή ο πολυαιθέρας με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Όταν για την αποτύπωση των εμφυτευμάτων χρησιμοποιήθηκε σιλικόνη αθροιστικού τύπου ο τροποποιημένος μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην υπερκατασκευή και τα εμφυτεύματα ήταν 15,47 μm ενώ όταν χρησιμοποιήθηκε πολυαιθέρας, ο αντίστοιχος σχισμοειδής χώρος ήταν 23,78 μm ανεξάρτητα από το ποιο εμφύτευμα ήταν κοχλιωμένο. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 14**.

## Υλικό αποτύπωσης

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένος Σχισμοειδής χώρος (Modified Marginal Gap)

Υλικό αποτύπωσης	Mean	Std. Error	95% ConfidenceInterval	
			LowerBound	UpperBound
Σιλικόνη	15,474	2,881	9,703	21,245
Πολυαιθέρας	23,778	2,881	18,007	29,549

**Πίνακας 32:** Μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) της υπερκατάσκευής όταν ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν το υλικό αποτύπωσης. ( $p < 0.05$ )



**Διάγραμμα 14:** Μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) ανάλογα με το υλικό αποτύπωσης. ( $p < 0.05$ )

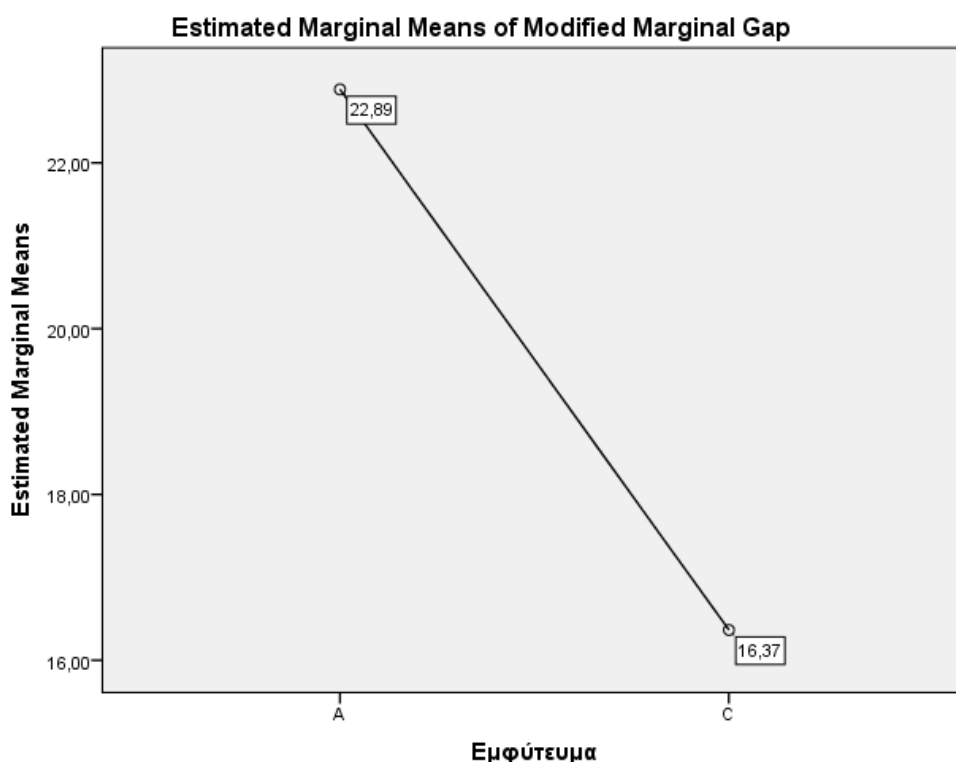
Στον **Πίνακα 33** αναφέρονται οι μέσοι όροι του τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου της υπερκατασκευής όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα Α ή στο εμφύτευμα Γ. Συγκεκριμένα όταν κοχλιωνόταν το εμφύτευμα Α ο **τροποποιημένος σχισμοειδής χώρος (modified gap value)** ανάμεσα στο εμφύτευμα Γ και την υπερκατασκευή ήταν 22,89 $\mu\text{m}$ , ενώ όταν κοχλιωνόταν το εμφύτευμα Γ, ο **τροποποιημένος σχισμοειδής χώρος (modified gap value)** ανάμεσα στην υπερκατασκευή και στο εμφύτευμα Α ήταν 16,37  $\mu\text{m}$ . Τονίζεται ότι οι συγκεκριμένες τιμές αφορούν τροποποιημένους σχισμοειδείς χώρους όπου δεν έχουν υπολογιστεί οι μηδενικές τιμές. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 15**.

## Εμφύτευμα

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένος Σχισμοειδής χώρος (Modified Marginal Gap)

Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	22,886	2,881	17,116	28,657
Γ	16,365	2,881	10,595	22,136

**Πίνακας 33:** Μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου όταν ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν η κοχλίωση-εμφύτευμα. ( $p > 0.05$  NS)



**Διάγραμμα 15:** Μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου ( $\mu\text{m}$ ) ανάλογα με την κοχλίωση. ( $p > 0.05$  NS)

Στον **Πίνακα 34** αναφέρονται οι γενικοί μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου όταν ο μεταλλικός σκελετός ήταν κοχλιωμένος στο εμφύτευμα A είτε στο εμφύτευμα Γ με υλικό αποτύπωσης είτε τη σιλικόνη αθροιστικού τύπου είτε τον πολυαιθέρα. Όταν λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα A, ο γενικός μέσος όρος τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου ήταν  $20,48\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τη σιλικόνη και  $25,29\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Όταν ο μεταλλικός σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα Γ, ο γενικός μέσος όρος τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου ήταν  $10,46\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τη σιλικόνη και  $22,27\mu\text{m}$  με υλικό αποτύπωσης τον πολυαιθέρα. Η διαφορά ανάμεσα στις παραπάνω τιμές δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Υπενθυμίζεται ότι όταν ο σκελετός κοχλιωνόταν στο εμφύτευμα

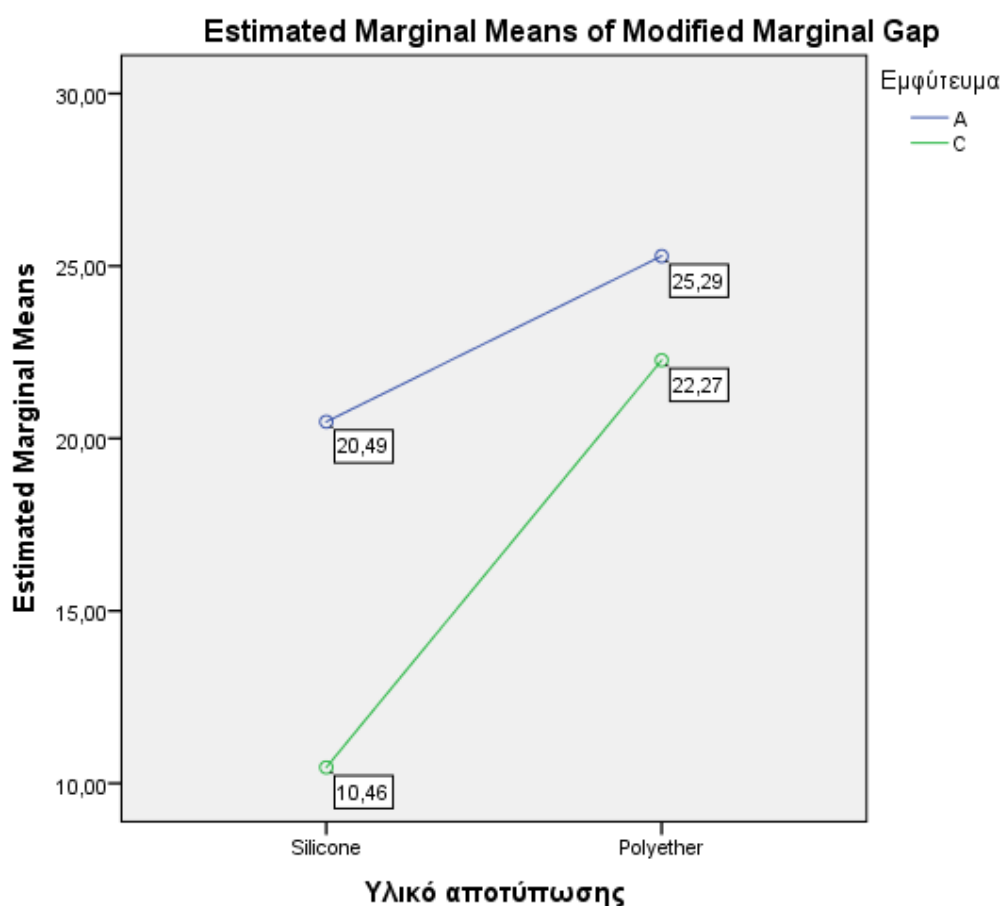
A, μετριόταν ο μέσος όρος σχισμοειδούς χώρου στο εμφύτευμα Γ. Τα παραπάνω απεικονίζονται σχηματικά στο **Διάγραμμα 16**.

### 3. Υλικό αποτύπωσης \* Εμφύτευμα

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένος σχισμοειδής χώρος (Modified Marginal Gap)

Υλικό αποτύπωσης	Εμφύτευμα	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Σιλικόνη	A	20,486	4,074	12,325	28,646
	Γ	10,462	4,074	2,301	18,623
Πολυαιθέρας	A	25,287	4,074	17,126	33,448
	Γ	22,269	4,074	14,108	30,430

**Πίνακας 34:** Γενικοί μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου (μm) με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p > 0.05$  NS)



**Διάγραμμα 16:** Γενικοί μέσοι όροι τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου (μm) με ανεξάρτητη μεταβλητή την αλληλεπίδραση των παραγόντων “υλικό αποτύπωσης” και “εμφύτευμα-κοχλίωση”. ( $p > 0.05$  NS)

## 9.9. Κατηγορική παλινδρόμηση τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου στα εμφυτεύματα Α και Γ

Για την περαιτέρω διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των δύο παραγόντων, δηλαδή του υλικού αποτύπωσης (σιλικόνη αθροιστικού τύπου ή πολυαιθέρας) και της κοχλίωσης (κλίσης) των εμφυτευμάτων, έγινε στατιστική ανάλυση κατηγορικής παλινδρόμησης (Categorical Regression) στις τροποποιημένες τιμές σχισμοειδούς χώρου. Με αυτή την ανάλυση ελέγχεται κατά πόσο επηρεάζει ο κάθε παράγοντας (ανεξάρτητη μεταβλητή) το μέγεθος του τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου (εξαρτημένη μεταβλητή). Η κατηγορική παλινδρόμηση παρουσιάζεται στους **Πίνακες 35 έως 37**. Με αυτή τη στατιστική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε κυρίως από το υλικό αποτύπωσης κατά 54,3% και από την κοχλίωση (εμφύτευμα) κατά 45,7%.

Στον **Πίνακα 35** παρουσιάζεται η κατηγορική παλινδρόμηση γενικού μέσου όρου του τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). Παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. ( $p < 0.05$ )

ANOVA					
	Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
<b>Regression</b>	<b>6,669</b>	<b>2</b>	<b>3,335</b>	<b>3,564</b>	<b>,035</b>
Residual	53,331	57	,936		
Total	60,000	59			

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένος Σχισμοειδής χώρος  
Προβλεπτικοί παράγοντες: Υλικό αποτύπωσης ,Εμφύτευμα

**Πίνακας 35:** Κατηγορική παλινδρόμηση τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου με ανεξάρτητες μεταβλητές το υλικό αποτύπωσης και την κοχλίωση (εμφύτευμα). ( $p < 0.05$ )

Στον **Πίνακα 36** παρουσιάζεται η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση γενικού μέσου όρου τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου. Οι συντελεστές που μελετήθηκαν ήταν το “υλικό αποτύπωσης” και το “εμφύτευμα-κοχλίωση”. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασαν και οι δύο συντελεστές. ( $p \leq 0.05$ )

### Coefficients

	Standardized Coefficients		df	F	Sig.
	Beta	Bootstrap (1000) Estimate of Std. Error			
Υλικό αποτύπωσης	,246	,111	1	4,888	,031
Εμφύτευμα	,225	,114	1	3,905	,053

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένος Σχισμοειδής χώρος

**Πίνακας 36:** Στατιστική σημαντικότητα συντελεστών στην κατηγορική παλινδρόμηση τροποποιημένου σχισμοειδούς χώρου. ( $p \leq 0.05$ )

Στον **Πίνακα 37** παρουσιάζεται η σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στη συνολική ακρίβεια εφαρμογής. Όπως φαίνεται σε αυτόν, η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε κυρίως από το υλικό αποτύπωσης κατά 54,3% και κατά 45,7% από την κοχλίωση των εμφυτευμάτων.

### Correlations and Tolerance

	Correlations			Importance	Tolerance	
	Zero-Order	Partial	Part		After Transformation	Before Transformation
Υλικό αποτύπωσης	,246	,252	,246	,543	1,000	1,000
Εμφύτευμα	,225	,232	,225	,457	1,000	1,000

Εξαρτημένη μεταβλητή: Τροποποιημένος Σχισμοειδής χώρος

**Πίνακας 37:** Σχετική σημαντικότητα των δύο προβλεπτικών παραγόντων στην συνολική ακρίβεια εφαρμογής



## 10. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας δύο υλικών αποτύπωσης στην ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας. Τα εμφυτεύματα που αποτυπώθηκαν είχαν τοποθετηθεί παράλληλα αλλά και με κλίση. Τα υλικά που συγκρίθηκαν ήταν ο πολυαιθέρας και η σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας, η τεχνική αποτύπωσης ήταν η τεχνική ανοικτού δισκαρίου ενώ τα εμφυτεύματα είχαν εξωτερικό μηχανισμό σύνδεσης.

Η αρχική υπόθεση εργασίας ήταν ότι δεν παρατηρούνται διαφορές στην ακρίβεια αποτύπωσης των εμφυτευμάτων, ανάμεσα στα δύο αποτυπωτικά υλικά που προαναφέρθηκαν.

Μετά την ολοκλήρωση του πειραματικού σταδίου και την συνολική εκτίμηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, δεν επαληθεύτηκε η αρχική υπόθεση εργασίας καθώς διαπιστώθηκε ότι το υλικό αποτύπωσης των εμφυτευμάτων επηρεάζει την ακρίβεια αποτύπωσης τόσο σε κεκλιμένα εμφυτεύματα όσο και σε εμφυτεύματα παράλληλα μεταξύ τους.

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα και αφορούν στην αποτύπωση των εμφυτευμάτων είναι πολλές και διαφορετικές μεταξύ τους. Όπως παρατηρείται ύστερα από προσεκτική μελέτη τους, οι συγγραφείς χρησιμοποιούν διαφορετικά υλικά και εξαρτήματα, διαφορετικές πειραματικές διατάξεις και στατιστική ανάλυση, γεγονός που καθιστά πολύ δύσκολη, ίσως και αδύνατη την σύγκριση των αποτελεσμάτων των ερευνών μεταξύ τους.

Ο σχεδιασμός του πειράματος, η εκτέλεσή του και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από αυτό, στηρίχτηκαν σε παλαιότερες έρευνες, ενώ οι παράμετροι στις οποίες βασίστηκε ήταν άλλες κοινές και άλλες διέφεραν με εκείνες που μελετήθηκαν στο παρελθόν. Όσον αφορά τους παράγοντες που επηρέασαν την διαδικασία αποτύπωσης, μεταβλητός παράγοντας ήταν το υλικό αποτύπωσης. Χρησιμοποιήθηκαν σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας και πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας.

Από τις έρευνες που μελετήθηκαν, κρίνεται χρήσιμο να αναφερθούν πρώτα οι βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις οι οποίες συγκεντρώνουν πολλές πληροφορίες και συμπεράσματα που αφορούν στην αποτύπωση των εμφυτευμάτων και προκύπτουν από ένα σύνολο πολλών προγενέστερων ερευνών.

Συγκεκριμένα, ο Παπασπυριδάκος και οι συνεργάτες του το 2014 (**Papaspyridakos et al 2014**) έκαναν μία συστηματική ανασκόπηση ερευνών των τελευταίων τριάντα ετών (1980-2013), στην οποία μελέτησαν την επίδραση διαφόρων παραγόντων στην ακρίβεια των συμβατικών και ψηφιακών τεχνικών αποτύπωσης. Από τις έρευνες που συμπεριέλαβε στην ανασκόπηση αυτή, οι τέσσερις ήταν κλινικές και οι εβδομήντα δύο

εργαστηριακές. Στις 21 εργαστηριακές μελέτες έγινε σύγκριση της ακρίβειας αποτύπωσης της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα. Οι 19 από αυτές έδειξαν ότι δεν υπάρχει διαφορά στα δύο υλικά όσον αφορά στην ακρίβεια αποτύπωσης εμφυτευμάτων ενώ μία εργαστηριακή μελέτη των Del' Acqua και συνεργατών (**Del'Acqua et al 2010**) έδειξε ότι υπερέχει ο πολυαιθέρας. Ο Sorrentino από την άλλη μεριά διαπίστωσε με άλλη μελέτη ότι σε εμφυτεύματα κεκλιμένα είναι πιο αποτελεσματική η σιλικόνη προσθήκης, ενώ σε παράλληλα εμφυτεύματα, πιο αποτελεσματικό υλικό για την αποτύπωσή τους είναι ο πολυαιθέρας.

Τα παραπάνω έρχονται σε αντίθεση με την παρούσα διπλωματική εργασία καθώς σε αυτήν διαπιστώθηκε ότι οι σχισμοειδείς χώροι ανάμεσα στο μεταλλικό σκελετό και το εμφύτευμα ήταν μεγαλύτεροι στα αποτυπώματα με πολυαιθέρα, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η σιλικόνη προσθήκης είναι πιο ακριβές υλικό αποτύπωσης για τα εμφυτεύματα. Επίσης φάνηκε ότι ο συνδυασμός του υλικού αποτύπωσης και της κλίσης του εμφυτεύματος δεν επηρέασε την ακρίβεια αποτύπωσης με στατιστικά σημαντικό τρόπο.

Η συστηματική ανασκόπηση του Παπασπυριδάκου και των συνεργατών του (**Papaspyridakos et al 2014**) περιελάμβανε επίσης 40 μελέτες στις οποίες εξετάστηκε η ακρίβεια αποτύπωσης του ανοικτού ή του κλειστού δισκαρίου. Από αυτές 1 κλινική και 19 εργαστηριακές έδειξαν ότι υπερέχει η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, η οποία χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα διπλωματική εργασία. Επίσης 1 κλινική και 17 εργαστηριακές έδειξαν ότι δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις 2 τεχνικές, ενώ σε 2 μόνο εργαστηριακές μελέτες φάνηκε ότι υπερέχει η τεχνική του κλειστού δισκαρίου. Επιπλέον, σε 24 μελέτες εξετάστηκε η επίδραση της κλίσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια της αποτύπωσής τους και βρέθηκε ότι αυτή επηρεάζεται αρνητικά όταν η κλίση τους είναι πάνω από 20-25 μοίρες. Επίσης ελέγχθηκε η επίδραση της ακινητοποίησης των αξόνων αποτύπωσης στην ακρίβεια των αποτυπωμάτων και διαπιστώθηκε ότι αυτή υπερέχει της τεχνικής αποτύπωσης χωρίς ακινητοποίηση. Τέλος, βρέθηκε σε 3 κλινικές και σε 3 εργαστηριακές μελέτες ότι όταν τα εμφυτεύματα είναι κεκλιμένα, είναι καλύτερα να γίνεται ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης για να επιτευχθεί πιο ακριβής αποτύπωση.

Στην παρούσα έρευνα το ένα από τα δύο ακραία εμφυτεύματα είχε κλίση 25 μοιρών και δεν έγινε ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης. Ωστόσο δε βρέθηκε να επηρεάζει η κλίση του εμφυτεύματος την ακρίβεια αποτύπωσης σε βαθμό στατιστικά σημαντικό. Εν κατακλείδι, όσον αφορά στην επίδραση του τύπου σύνδεσης του εμφυτεύματος (εσωτερική/εξωτερική σύνδεση) βρέθηκε ότι τα στοιχεία είναι ανεπαρκή για να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα.

Δύο επίσης εκτεταμένες ανασκοπήσεις ερευνών της τελευταίας εικοσαετίας που αφορούσαν στην ακρίβεια αποτύπωσης σε πολλαπλά (δηλαδή τρία και

περισσότερα) εμφυτεύματα, έγιναν από τους Baig και συνεργάτες τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο του 2014 (**Baig et al January 2014, Baig et al July 2014**). Συγκεκριμένα στην ανασκόπηση του Ιανουαρίου οι Baig και συνεργάτες μελέτησαν 59 έρευνες από τις οποίες οι 3 ήταν κλινικές και οι 56 εργαστηριακές. Από αυτές, οι 15 μελέτες συνέκριναν τη σιλικόνη προσθήκης με τον πολυαιθέρα και στις 11 από αυτές δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ακρίβεια των αποτυπωμάτων τους. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, αντιθέτως, έχει διαπιστωθεί ότι η σιλικόνη προσθήκης είναι πιο ακριβές υλικό αποτύπωσης για τα εμφυτεύματα.

Επίσης σε 25 μελέτες εξετάστηκε η διαφορά ανάμεσα στην τεχνική του ανοικτού και του κλειστού δισκαρίου. Στις 12 από αυτές φάνηκε ότι υπερτερεί η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, ιδιαίτερα όταν γίνεται αποτύπωση σε μεγάλο αριθμό εμφυτευμάτων, η οποία χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα διπλωματική εργασία. Όσον αφορά στην επίδραση της κλίσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια αποτύπωσης, στις 12 μελέτες που εξετάστηκαν φάνηκε ότι οι κλίσεις  $20^{\circ}$  με  $25^{\circ}$  επηρεάζουν αρνητικά την αποτυπωτική ακρίβεια, κάτι το οποίο δεν διαπιστώθηκε στην δική μας μελέτη στην οποία το ένα από τα ακραία εμφυτεύματα είχε κλίση 25 μοιρών.

Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν οι Baig και συνεργάτες στην ανασκόπηση που έκαναν τον Ιούλιο του 2014 (**Baig et al July 2014**), στην οποία συμπεριέλαβε 34 μελέτες από τις οποίες η μία ήταν κλινική και οι υπόλοιπες 33 εργαστηριακές. Σε 10 από αυτές τις μελέτες γινόταν σύγκριση της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα ως προς την αποτυπωτική τους ακρίβεια και στις 8 βρέθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, σε αντίθεση με τη δική μας έρευνα στην οποία διαπιστώθηκε ότι η σιλικόνη προσθήκης υπερέχει ως υλικό αποτύπωσης. Επίσης σε 13 μελέτες εξετάστηκε η διαφορά ανάμεσα στην τεχνική του ανοικτού και του κλειστού δισκαρίου. Στις 6 από αυτές φάνηκε ότι υπερτερεί η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, η οποία εφαρμόστηκε και στην παρούσα μελέτη, ενώ σε 5 από αυτές ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τεχνικές. Όσον αφορά στην κλίση των εμφυτευμάτων και τον τρόπο που επηρεάζει την ακρίβεια του αποτυπώματος, στις 2 μελέτες που εξετάστηκαν φάνηκε ότι η κλίση των 15 μοιρών του εμφυτεύματος επηρεάζει αρνητικά την ακρίβεια αποτύπωσης. Στην παρούσα έρευνα δε φάνηκε να επηρεάζει με στατιστικά σημαντικό τρόπο η κλίση του ακραίου εμφυτεύματος (25 μοιρών) την ακρίβεια αποτύπωσης. Τέλος, σε 24 έρευνες εξετάστηκε η ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης ως προς την ακρίβεια των αποτυπωμάτων. Στις 7 υπερίσχυσε ενώ στις 10 από αυτές δεν παρατηρήθηκε διαφορά ανάμεσα στην ακινητοποίηση τους ή στην απουσία αυτής. Επίσης οι Baig και συνεργάτες με αυτή την ανασκόπηση κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να αποδεικνύουν ποια τεχνική αποτύπωσης είναι η καλύτερη, καθώς είναι πολλοί οι παράγοντες που επιδρούν στην ακρίβεια αποτύπωσης

και δεν έχουν μελετηθεί συνδυαστικά όπως η μη παραλληλότητα των εμφυτευμάτων, ο τύπος του αποτυπώματος (συμβατικό ή ψηφιακό), ο τύπος του εμφυτεύματος ή των προσθετικών εξαρτημάτων . Επίσης η κλινική έρευνα είναι ανεπαρκής.

Με την σύγκριση της αποτυπωτικής ακρίβειας του πολυαιθέρα και της σιλικόνης προσθήκης ασχολήθηκαν , όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, πολλές εργαστηριακές έρευνες. Μία από αυτές ήταν των Aguilar και συνεργατών (**Aguilar et al 2010**). Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκε ένα εκμαγείο αναφοράς από ακρυλική ρητίνη με 5 εμφυτευματικά ανάλογα , τα οποία είχαν κλίση 10 μοιρών χειλικά. Από το εκμαγείο αυτό έγινε λήψη 20 αποτυπωμάτων (10 με πολυαιθέρα και 10 με σιλικόνη προσθήκης). Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική αποτύπωσης με ανοικτό δισκάριο και η μηχανική μίξη. Μια μηχανή ακριβούς μέτρησης εγκατέστησε χωρικές συντεταγμένες σε κάθε έναν από τους άξονες αποτύπωσης. Προκειμένου να μετρηθεί η παραμόρφωση των αποτυπωμάτων μετρήθηκε η ωμοκεντρικότητα ,η καθετότητα και η παραλληλότητα των αξόνων αποτύπωσης καθενός εμφυτεύματος στο εκμαγείο αναφοράς. Στη συνέχεια συγκρίθηκαν με τις αντιστοιχες τιμές των αξόνων αποτύπωσης των εκμαγείων που προέκυψαν μετά την αποτύπωση. Η έρευνα έδειξε ότι η σιλικόνη προσθήκης και ο πολυαιθέρας έχουν παρόμοιο βαθμό παραμόρφωσης όταν χρησιμοποιείται τεχνική αποτύπωσης με ανοικτό δισκάριο και μηχανή ανάμιξης. Ωστόσο όσον αφορά συγκεκριμένα στην κάθετη παραμόρφωση ,η σιλικόνη προσθήκης υπερέχει στην αποτυπωτική ακρίβεια από τον πολυαιθέρα. Στην παρούσα διπλωματική εργασία βρέθηκε ότι η σιλικόνη προσθήκης υπερέχει του πολυαιθέρα γενικότερα. Ωστόσο σε αυτήν δε μετρήθηκε η ωμοκεντρικότητα ,η καθετότητα και η παραλληλότητα των αξόνων αποτύπωσης καθενός εμφυτεύματος αλλά ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στον μεταλλικό σκελετό και τα εμφυτευματικά ανάλογα.

Παρόμοια μεθοδολογία με την δική μας εργασία είχε και η εργαστηριακή έρευνα των Del' Acqua και συνεργατών (**Del'Acqua et al 2010**), οι οποίοι μέτρησαν τον σχισμοειδή χώρο ανάμεσα στο εμφυτευματικό ανάλογο και τον μεταλλικό σκελετό προκειμένου να ερευνηθούν την αποτυπωτική ακρίβεια δύο τεχνικών αποτύπωσης όταν χρησιμοποιείται ο πολυαιθέρας ή η σιλικόνη προσθήκης. Κατασκευάστηκε ένα εκμαγείο αναφοράς με 4 εμφυτευματικά ανάλογα , ένας μεταλλικός σκελετός που εφάρμοζε παθητικά σε αυτά και ένα ατομικό δισκάριο από αλουμίνιο. Χρησιμοποιήθηκε όπως και στη δική μας εργασία η τεχνική ανοικτού δισκαρίου και οι τεχνικές αποτύπωσης που ελέγχθηκαν ήταν οι εξής: α) αποτύπωση με χρήση τετράγωνων αξόνων αποτύπωσης και πολυαιθέρα ή σιλικόνη και β) αποτύπωση με τετράγωνους άξονες αποτύπωσης που έχουν αμμοβοληθεί ή επαλειφθεί με συγκολλητικό και πολυαιθέρα ή σιλικόνη προσθήκης. Στη συνέχεια στα εκμαγεία που προέκυψαν από τα αποτυπώματα, τοποθετήθηκε ο μεταλλικός σκελετός που εφάρμοζε παθητικά στο εκμαγείο ελέγχου και μετρήθηκαν οι σχισμοειδείς

χώροι ανάμεσα στο σκελετό και τα εμφυτευματικά ανάλογα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας ήταν το καλύτερο υλικό αποτύπωσης και η τεχνική αποτύπωσης (επεξεργασία ή όχι των αξόνων αποτύπωσης) δεν επηρεάζει την ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας.

Με τη σύγκριση του πολυαιθέρα και της σιλικόνης προσθήκης μέσης ρευστότητας ασχολήθηκε και ο Στέφος (**Στέφος Σ. 2014**). Συγκεκριμένα μελέτησε την επίδραση του υλικού αποτύπωσης των εμφυτευμάτων, τα οποία τοποθετήθηκαν παράλληλα αλλά και με κλίση, στην ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας. Μελετήθηκαν η αποτύπωση με πολυαιθέρα και η αποτύπωση με σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας με την τεχνική του κλειστού δισκαρίου σε εμφυτεύματα με εξωτερικό μηχανισμό σύνδεσης. Πέρα από το ότι τα αποτυπώματα ελήφθησαν με την τεχνική του κλειστού δισκαρίου, σε αντίθεση με την παρούσα διπλωματική εργασία στην οποία χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, δεν υπήρχε καμία άλλη διαφορά όσον αφορά στο σχεδιασμό του πειράματος. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εργασίας του Στέφου δείχνουν ότι οι σχισμοειδείς χώροι ήταν μεγαλύτεροι όταν ως υλικό αποτύπωσης είχε χρησιμοποιηθεί ο πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας σε σχέση με τη χρήση της σιλικόνης αθροιστικού τύπου. Δηλαδή η σιλικόνη προσθήκης είναι πιο ακριβές υλικό αποτύπωσης. Επίσης φάνηκε ότι η κλίση των εμφυτευμάτων επηρεάζει αρνητικά την ακρίβεια αποτύπωσης, καθώς τα εκμαγεία που προέκυψαν από παράλληλα εμφυτεύματα ήταν πιο ακριβή. Η παρούσα διπλωματική εργασία καταλήγει σε ίδιο συμπέρασμα σχετικά με την υπεροχή της σιλικόνης προσθήκης ως υλικού αποτύπωσης έναντι του πολυαιθέρα. Όμως σε αντίθεση με την εργασία του Στέφου, δε φαίνεται να επηρεάζεται η ακρίβεια αποτύπωσης από την κλίση των εμφυτευμάτων σε βαθμό στατιστικά σημαντικό. Το γεγονός αυτό είναι ενδεικτικό ότι σε εμφυτεύματα με κλίση, η τεχνική αποτύπωσης με ανοικτό δισκάριο συμβάλλει στην κατασκευή ακριβέστερου εκμαγείου.

Σημαντική επίσης ήταν η έρευνα των Sorrentino και συνεργατών (**Sorrentino et al 2010**), στην οποία έγινε σύγκριση της σιλικόνης προσθήκης και του πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας σε συνδυασμό και με την επίδραση της κλίσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια αποτύπωσης. Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκαν 2 εκμαγεία μελέτης από ακρυλική ρητίνη, της οποίας η σκληρότητα ήταν ενδιάμεση του σπογγώδους και του φλοιώδους οστού. Στο πρώτο εκμαγείο τοποθετήθηκαν 4 παράλληλα εμφυτεύματα εσωτερικού εξαγώνου σε θέση τομέων και προγομφίων. Στο δεύτερο εκμαγείο τα δύο πρόσθια εμφυτεύματα είχαν κλίση 5 μοιρών προς τη μέση γραμμή και τα δύο οπίσθια είχαν κλίση 5 μοιρών άπω της μέσης γραμμής. Επίσης κατασκευάστηκαν τεχνητές εσοχές στα εκμαγεία. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου με 2 είδη αξόνων αποτύπωσης. Στον πρώτο είδος, το εξαγώνο τμήμα σύνδεσης του άξονα αποτύπωσης με το εμφύτευμα ήταν 2 χιλ.

ενώ στο δεύτερο είδος που κατασκευάστηκε εργαστηριακά δια χειρός , το εξαγωνο τμήμα σύνδεσης ήταν 1 χιλ.. Έγινε λήψη 40 αποτυπωμάτων σιλικόνης προσθήκης και 40 αποτυπωμάτων πολυαιθέρα με την τεχνική ανοικτού δισκαρίου και χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης. Από αυτά τα αποτυπώματα προέκυψαν τα αντίστοιχα εκμαγεία. Ακολούθησε η μέτρηση των αποστάσεων των εμφυτευματικών αναλόγων μεταξύ τους μέσω μιας τυποποιημένης μεταλλικής συσκευής και ενός προφιλόμετρου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η ύπαρξη εσοχών καθώς και η κλίση των εμφυτευμάτων επηρέασε αρνητικά την ακρίβεια αποτύπωσης λόγω των υψηλότερων δυνάμεων που χρειάστηκαν κατά την απόσπαση του δισκαρίου. Διαπιστώθηκε λοιπόν ότι σε κεκλιμένα εμφυτεύματα προτιμάται η σιλικόνη προσθήκης και άξονες αποτύπωσης με κοντό μήκος τμήματος σύνδεσης με το εμφύτευμα. Ο λόγος που προτιμάται η σιλικόνη αποδόθηκε στη μεγαλύτερη σκληρότητα και δυσκαμψία του πολυαιθέρα σε σχέση με αυτήν, ιδιότητες που δυσκολεύουν την απόσπαση του δισκαρίου ιδιαίτερα σε περιοχές εσοχών. Από την άλλη μεριά σε παράλληλα εμφυτεύματα προτιμάται ο πολυαιθέρας ως υλικό αποτύπωσης και άξονες αποτύπωσης με κανονικό μήκος τμήματος σύνδεσης με το εμφύτευμα. Ο λόγος είναι ότι ο πολυαιθέρας ως πιο άκαμπτο υλικό από τη σιλικόνη έχει μεγαλύτερη αντίσταση στην παραμόρφωση κατά το βίδωμα των εργαστηριακών αναλόγων.

Η σημασία αυτής της μελέτης έγκειται στο ότι τονίζεται η ανάγκη προσεκτικής αποτύπωσης των κεκλιμένων εμφυτευμάτων και η άσκηση κατάλληλης δύναμης κατά την απόσπαση του δισκαρίου, η οποία επηρεάζεται από την ύπαρξη εσοχών σε παράλληλους και κεκλιμένους άξονες αποτύπωσης. Καθώς η παραλληλότητα των εμφυτευμάτων δεν μπορεί πάντα να επιτευχθεί σε κλινικό επίπεδο, έχουν μεγάλη σημασία τα χαρακτηριστικά των αποτυπωτικών υλικών που συμβάλλουν στην δυνατότητα αφαίρεσης των αξόνων αποτύπωσης μαζί με το δισκάριο. Οι πολυαιθέρες και οι σιλικόνες αθροιστικού τύπου ικανοποιούν τον στόχο αυτό. Πέρα από τις ανατομικές εσοχές που είναι αρκετά συχνές κλινικά και απαιτούν μεγάλη δύναμη απόσπασης του δισκαρίου, ιδιαίτερη σημασία για την ακρίβεια του αποτυπώματος έχει και ο σχεδιασμός του άξονα αποτύπωσης, το ύψος και η σύνδεσή του με το εμφύτευμα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία διαφέρει από την έρευνα των Sorrentino και συνεργατών στο ότι τα αποτελέσματά της δείχνουν πως η σιλικόνη προσθήκης υπερέχει του πολυαιθέρα είτε τα εμφυτεύματα είναι κεκλιμένα είτε είναι παράλληλα. Επίσης, στην παρούσα μελέτη φάνηκε ότι η κλίση των εμφυτευμάτων , αν και σε ένα βαθμό επηρεάζει την ακρίβεια αποτύπωσης, ωστόσο δεν την επηρεάζει σε βαθμό στατιστικά σημαντικό . Οι παραπάνω διαφορές ίσως και να οφείλονται στο ότι τα εμφυτεύματα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα των Sorrentino και συνεργατών ήταν εσωτερικής σύνδεσης ενώ τα εμφυτεύματα της παρούσας εργασίας ήταν

εξωτερικής σύνδεσης, στοιχείο που ενδεχομένως διευκολύνει την απόσπασση του δισκαρίου.

Με την επίδραση της τεχνικής αποτύπωσης και της κλίσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια της αποτύπωσής τους ασχολήθηκε σε έρευνά του και ο Μπίκος και οι συνεργάτες του (**Mpikos et al 2012**). Συγκεκριμένα κατασκευάστηκε ένα ορθογώνιο στο οποίο τοποθετήθηκαν 8 εμφυτεύματα, από τα οποία τα 4 ήταν εσωτερικής σύνδεσης και τα άλλα 4 εξωτερικής. Επίσης κάθε ένα από αυτά είχε κλίση  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $25^\circ$ . Η λήψη όλων των αποτυπωμάτων έγινε με πολυαιθέρα, ενώ χρησιμοποιήθηκαν η τεχνική του ανοικτού και του κλειστού δισκαρίου. Αρχικά στο εκμαγείο αναφοράς έγινε μέτρηση των συντεταγμένων (x, y, z) της θέσης των εμφυτευμάτων και των αξόνων αποτύπωσης. Στη συνέχεια μετρήθηκαν οι συντεταγμένες των αναλόγων και των αξόνων αποτύπωσης στα αποτυπώματα που προέκυψαν και η διαφορά τους από τις αρχικές συντεταγμένες αντιπροσώπευε την παραμόρφωση του υλικού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η ακρίβεια αποτύπωσης των εμφυτευμάτων εξωτερικής σύνδεσης δεν επηρεάζεται από την τεχνική αποτύπωσης ούτε από την κλίση των εμφυτευμάτων. Το παραπάνω συμπέρασμα δεν ισχύει για τα εμφυτεύματα εσωτερικής σύνδεσης, των οποίων η αποτύπωση επηρεάζεται αρνητικά όταν η κλίση τους είναι  $25^\circ$ . Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, στην οποία η αποτύπωση των εμφυτευμάτων εξωτερικής σύνδεσης που χρησιμοποιήθηκαν δε φάνηκε να επηρεάζεται με στατιστικά σημαντικό τρόπο από την κλίση των εμφυτευμάτων.

Με την επίδραση του τύπου σύνδεσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια αποτύπωσης, ασχολήθηκαν και άλλοι ερευνητές όπως οι Vigolo και συνεργάτες και οι Paraspyridakos και συνεργάτες. Συγκεκριμένα οι Vigolo και συνεργάτες το 2014 (**Vigolo et al 2014**) μελέτησαν την επίδραση διαφόρων τεχνικών αποτύπωσης στην αποτύπωση εμφυτευμάτων εσωτερικής ή εξωτερικής σύνδεσης. Συγκεκριμένα κατασκευάστηκαν 2 εκμαγεία αναφοράς από ρητίνη. Στο ένα εκμαγείο τοποθετήθηκαν 4 εμφυτεύματα εσωτερικής σύνδεσης και στο άλλο 4 εμφυτεύματα εξωτερικής σύνδεσης. Οι επιμήκεις άξονες των εμφυτευμάτων απέκλιναν από τη μέση γραμμή παρειογλωσσικά 15-20 μοίρες. Στη συνέχεια έγινε λήψη αποτυπωμάτων με πολυαιθέρα με 3 τρόπους: α) χρησιμοποιώντας τετράγωνους άξονες αποτύπωσης που δεν είχαν ακινητοποιηθεί ή δεχτεί κάποια επεξεργασία επιφάνειας, β) χρησιμοποιώντας τετράγωνους άξονες αποτύπωσης που έχουν ενωθεί με ακρυλική ρητίνη και γ) χρησιμοποιώντας τετράγωνους άξονες αποτύπωσης που έχουν αμβοβοληθεί και επαλειφθεί με συγκολλητικό. Στα εκμαγεία που προέκυψαν έγινε με προφίλομετρο μέτρηση της θέσης των αναλόγων η οποία συγκρίθηκε με τη θέση των εμφυτευμάτων των εκμαγείων αναφοράς. Διαπιστώθηκε ότι τα πιο ακριβή εκμαγεία ήταν αυτά που προέκυψαν όταν οι άξονες αποτύπωσης είχαν ακινητοποιηθεί με ακρυλική ρητίνη ή είχαν

επαλειφθεί με συγκολλητικό, ανεξάρτητα από το αν τα εμφυτεύματα ήταν εξωτερικής ή εσωτερικής σύνδεσης. Επίσης βρέθηκε ότι η πιο ακριβής τεχνική αποτύπωσης των εμφυτευμάτων εσωτερικής σύνδεσης είναι όταν γίνεται ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης με ακρυλική ρητίνη.

Από την άλλη μεριά ο Παπασπυριδάκος και οι συνεργάτες του (**Papaspyridakos et al 2016**) σε μία πιο πρόσφατη έρευνα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε επίπεδο εμφυτεύματος (εσωτερική σύνδεση) είναι πιο ακριβής η τεχνική αποτύπωσης με ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης, αλλά δεν ισχύει το ίδιο σε επίπεδο μηχανικού στηρίγματος (εξωτερική σύνδεση). Σε αντίθεση δηλαδή με την έρευνα των Vigolo και συνεργατών (**Vigolo et al 2014**), διαπίστωσαν ότι η ακινητοποίηση ή όχι των αξόνων αποτύπωσης δεν επηρεάζει την ακρίβεια αποτύπωσης των εμφυτευμάτων εξωτερικής σύνδεσης. Συγκεκριμένα κατασκευάστηκε ένα εκμαγείο αναφοράς από ακρυλική ρητίνη με 5 εμφυτεύματα. Τα τρία ενδιάμεσα εμφυτεύματα ήταν παράλληλα μεταξύ τους, το άνω αριστερά είχε κλίση 10 μοιρών και το άνω δεξιά είχε κλίση 15 μοιρών. Από αυτό το εκμαγείο, κατασκευάστηκε με Cad Cam ένας μεταλλικός σκελετός. Έγινε αποτύπωμα μεταφοράς του σκελετού και πάνω σε αυτό τοποθετήθηκαν τα εμφυτευματικά ανάλογα με τα μηχανικά στηρίγματα κοχλιωμένα σε αυτά. Έτσι κατασκευάστηκε ένα γύψινο εκμαγείο αναφοράς. Στη συνέχεια έγινε λήψη αποτυπωμάτων με πολυαιθέρα σε επίπεδο εμφυτεύματος και σε επίπεδο μηχανικού στηρίγματος με ή χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης. Η μέτρηση της ακρίβειας εφαρμογής του σκελετού έγινε με τους εξής τρόπους: α) κλινικά με ακτινογραφία κάθετα στη μεσόφαση ανάμεσα σε σκελετό και εμφύτευμα, β) με ψηφιακή σάρωση και υπέρθεση των δεδομένων για τρισδιάστατη απεικόνιση. Παρατηρούμε λοιπόν ότι στη μελέτη των Παπασπυριδάκου και συνεργατών ο τρόπος μέτρησης της ακρίβειας εφαρμογής είναι πιο κλινικός και αναφέρεται στις τρεις διαστάσεις του χώρου, ενώ στη μελέτη των Vigolo και συνεργατών αναφέρεται μόνο στην οριζόντια διάσταση. Ίσως λοιπόν η διαφορά στα αποτελέσματα να οφείλεται στον διαφορετικό τρόπο μέτρησης και εκτέλεσης του πειράματος. Το πείραμα της παρούσας ερευνητικής εργασίας έχει πολλές ομοιότητες με των Παπασπυριδάκου και συνεργατών (**Papaspyridakos et al 2016**) στο ότι ερευνά τον σχισμοειδή χώρο ανάμεσα στον σκελετό και το κάθε εμφύτευμα. Επίσης τα εμφυτεύματα είναι εξωτερικής σύνδεσης και κατά την αποτύπωση χρησιμοποιείται ανοικτό δισκάριο χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης.

Οι Παπασπυριδάκος και συνεργάτες (**Papaspyridakos et al 2012**) επίσης το 2012 με μία κλινική έρευνα, θέλοντας να ερευνήσουν την επίδραση της ακινητοποίησης των αξόνων αποτύπωσης στην ακρίβεια κατασκευής εκμαγείων εργασίας χρησιμοποίησε τεχνικές οπτικής σάρωσης. Συγκεκριμένα, από 12 νωδές γνάθους στις οποίες είχαν τοποθετηθεί εμφυτεύματα προέκυψαν αρχικά εκμαγεία αναφοράς πάνω στα οποία κατασκευάστηκαν



επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις ζιρκονίας. Τα εμφυτεύματα ήταν εξωτερικής σύνδεσης. Στη συνέχεια έγινε αποτύπωση των εμφυτευμάτων σε κάθε νωδή γνάθο με 2 τεχνικές, δηλαδή με την τεχνική της ακινητοποίησης των αξόνων αποτύπωσης και με την τεχνική της αποτύπωσης χωρίς ακινητοποίηση των αξόνων. Η αποτύπωση έγινε με ανοικτό δισκάριο και πολυαιθέρα. Από τα αποτυπώματα αυτά προέκυψαν τα αντίστοιχα εκμαγεία. Στη συνέχεια έγινε έλεγχος της εφαρμογής της επιεμφυτευματικής αποκατάστασης σε κάθε ένα από τα εκμαγεία που προέκυψαν, με α) κλινικά και ακτινογραφικά κριτήρια β) με σάρωση και υπέρθεση των δεδομένων για τρισδιάστατη απεικόνιση. Δηλαδή έγινε σάρωση του εκμαγείου αναφοράς αρχικά και βρέθηκε η ακριβής θέση των εμφυτευμάτων (χωρικές συντεταγμένες x,y,z). Στη συνέχεια έγινε σάρωση των καινούριων εκμαγείων και αποθήκευση των δεδομένων. Από την υπέρθεση των δεδομένων των καινούριων εκμαγείων με τα δεδομένα του εκμαγείου αναφοράς προέκυψαν τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούσαν στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η τεχνική αποτύπωσης με ακινητοποίηση των αξόνων αποτύπωσης υπερέρχει της τεχνικής χωρίς ακινητοποίηση με στατιστικά σημαντικό τρόπο. Επίσης παρατηρείται ότι η ανακρίβεια εφαρμογής είναι μεγαλύτερη στα εκμαγεία της άνω γνάθου. Τέλος η μέγιστη κλινικά αποδεκτή τιμή σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στην επιεμφυτευματική αποκατάσταση και τα εμφυτεύματα εξωτερικής σύνδεσης είναι 59-72μm.

Πολύ σημαντική ήταν και η έρευνα της Καββαδία (**Καββαδία 2013**) η οποία μελέτησε την επίδραση της χρήσης δύο τεχνικών στην ακρίβεια αποτύπωσης εμφυτευμάτων παράλληλων μεταξύ τους αλλά και με κλίση. Τα εμφυτεύματα ήταν εξωτερικής σύνδεσης και οι τεχνικές που αξιολογήθηκαν ήταν η αποτύπωση με τη χρήση ανοικτού ατομικού δισκαρίου με άξονες ανεξάρτητους αλλά και συνδεδεμένους μεταξύ τους. Από το αρχικό εκμαγείο εποξικής ρητίνης με τρία εμφυτεύματα κατασκευάστηκαν με αποτύπωση δέκα αντίγραφα εκμαγεία (δοκίμια). Τα πέντε από αυτά δημιουργήθηκαν μετά από αποτύπωση με συνδεδεμένους άξονες αποτύπωσης με αυτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη και οδοντικό νήμα και τα υπόλοιπα πέντε δημιουργήθηκαν μετά από αποτύπωση με ανεξάρτητους άξονες αποτύπωσης. Το υλικό αποτύπωσης ήταν ο πολυαιθέρας και η αποτύπωση έγινε με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Τα εμφυτεύματα ήταν τρία, τα δύο ήταν παράλληλα μεταξύ τους και το τρίτο κατά σειρά είχε κλίση 25<sup>0</sup> σε σχέση με τα προηγούμενα. Ο μεταλλικός σκελετός, του οποίου η χύτευση είχε γίνει στο αρχικό εκμαγείο, κοχλιώθηκε στα νέα δοκίμια και μετρήθηκε ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στο σκελετό και στα εμφυτευματικά ανάλογα. Με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου ελήφθησαν φωτογραφίες και αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους.

Η εργασία της Καββαδία (**Καββαδία 2013**) έχει πολλές ομοιότητες με την παρούσα διπλωματική εργασία. Αυτές αφορούν στον αριθμό των δοκιμίων,

στη διάταξη των εμφυτευμάτων με και χωρίς κλίση, στις επιφάνειες που μετρήθηκαν και αξιολογήθηκαν προκειμένου να γίνει εκτίμηση της ακρίβειας του σχισμοειδούς χώρου. Επίσης τα εμφυτεύματα και στις δύο εργασίες είναι εξωτερικής σύνδεσης και χρησιμοποιήθηκε ανοικτό δισκάριο κατά την αποτύπωση. Ωστόσο υπάρχουν και διαφορές. Στην έρευνα της Καββαδία γίνεται σύγκριση δύο τεχνικών αποτύπωσης ( με συνδεδεμένους άξονες αποτύπωσης και με ανεξάρτητους άξονες αποτύπωσης) και χρησιμοποιείται ένα μόνο υλικό αποτύπωσης, ο πολυαιθέρας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αποτύπωση με μία μόνο τεχνική (τεχνική ανοικτού δισκαρίου με ανεξάρτητους άξονες αποτύπωσης) και το αντικείμενο μελέτης είναι η σύγκριση της ακρίβειας αποτύπωσης δύο υλικών αποτύπωσης (του πολυαιθέρα και της σιλικόνης προσθήκης). Επίσης στην έρευνα της Καββαδία, διαπιστώθηκε ότι σε εμφυτεύματα τα οποία είναι παράλληλα μεταξύ τους , η ακρίβεια αποτύπωσης δεν επηρεάστηκε από την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη τεχνική. Αντίθετα, σε εμφύτευμα με απόκλιση η τεχνική που εφαρμόστηκε επηρέασε την ακρίβεια αποτύπωσης και η σύνδεση των αξόνων αποτύπωσης συνέβαλε στην κατασκευή εκμαγείων με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Όσον αφορά στην επίδραση της τεχνικής του ανοικτού ή του κλειστού δισκαρίου στην ακρίβεια αποτύπωσης, όπως αναφέρθηκε και στις ανασκοπήσεις των Παπασπυριδάκου και συνεργατών (**Papaspyridakos et al 2014**) και των Baig και συνεργατών (**Baig et al January 2014, Baig et al July 2014**), δεν είναι ξεκάθαρο αν υπερτερεί μία από τις δύο μεθόδους. Συγκεκριμένα σε αρκετές από τις έρευνες που μελετήθηκαν βρέθηκε ότι η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου έδωσε πιο ακριβή εκμαγεία από την τεχνική του κλειστού δισκαρίου. Σε αντίστοιχο επίσης αριθμό ερευνών βρέθηκε ότι δεν παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στις δύο τεχνικές. Από την άλλη μεριά διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες έρευνες με τέσσερα ή περισσότερα εμφυτεύματα (**Mpikos et al 2013, Del'Acqua et al 2008, Assuncao et al 2004, Baig et al January 2014, Carr et al 1991**) υποστηρίζεται ότι με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου προκύπτουν ακριβέστερα εκμαγεία, ενώ σε περιπτώσεις με τρία ή λιγότερα εμφυτεύματα δεν παρατηρείται διαφορά ανάμεσα στις δύο τεχνικές. Οι Μπίκος και συνεργάτες (**Mpikos et al 2013**) εξετάζοντας την επίδραση της κλίσης των εμφυτευμάτων σε συνδυασμό με την τεχνική αποτύπωσης, διαπίστωσαν ότι η ακρίβεια αποτύπωσης των εμφυτευμάτων εξωτερικής σύνδεσης δεν επηρεάζεται από την τεχνική αποτύπωσης ούτε από την κλίση των εμφυτευμάτων. Το παραπάνω συμπέρασμα δεν ισχύει για τα εμφυτεύματα εσωτερικής σύνδεσης, των οποίων η αποτύπωση επηρεάζεται αρνητικά όταν η κλίση τους είναι 25 μοίρες.

Με την επίδραση της τεχνικής αποτύπωσης στην ακρίβεια των εκμαγείων ασχολήθηκαν το 2011 και ο Gallucci και οι συνεργάτες του (**Gallucci et al 2011**), με μία κλινική μελέτη. Συγκεκριμένα στην έρευνα συμμετείχαν επτά ασθενείς με έντεκα νωδές περιοχές σε κάθε μία από τις οποίες είχαν

τοποθετηθεί δύο εμφυτεύματα. Ελήφθησαν αποτυπώματα με πολυαιθέρα με την τεχνική του κλειστού και του ανοικτού δισκαρίου. Τα αντίστοιχα εκμαγεία κατασκευάστηκαν με γύψο τύπου IV. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν ρητινώδεις γέφυρες επαλήθευσης (resin verification jigs) ενδοστοματικά, χρησιμοποιώντας ευθέα μηχανικά στηρίγματα που ένωναν τα δύο εμφυτεύματα με ακρυλική ρητίνη. Οι σκελετοί επαλήθευσης τοποθετούνταν πάνω στα εκμαγεία που προέκυπταν από την αποτύπωση με κλειστό δισκάριο και πάνω στα εκμαγεία που προέκυπταν από την αποτύπωση με ανοιχτό δισκάριο. Στη συνέχεια γινόταν ψηφιακή σάρωση (microcomputed tomography) του σχισμοειδούς χώρου ανάμεσα στα μηχανικά στηρίγματα και του σκελετού επαλήθευσης. Επίσης οι διαφορές στην κλίση ανάμεσα στα δύο εμφυτεύματα μετρήθηκαν με ψηφιακές φωτογραφίες ενώ οι αποστάσεις ανάμεσα σε αυτά μετρήθηκαν με περιοδοντική μύλη. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της τεχνικής του ανοικτού και του κλειστού δισκαρίου σε μερικά νωδούς ασθενείς όταν τα εμφυτεύματα έχουν κλίση λιγότερη από 10 μοίρες. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με προηγούμενη έρευνα του Gallucci που αφορούσε εμφυτεύματα με μεγαλύτερη κλίση και αποκαταστάσεις για ολικά νωδούς ασθενείς. Σε αυτή την έρευνα είχε βρεθεί ότι υπερείχε η τεχνική ανοικτού δισκαρίου έναντι του κλειστού στην ακρίβεια της αποτύπωσης.

Από την άλλη πλευρά ο Wee και οι συνεργάτες του (**Wee et al 2000**) έδειξαν σε μία μελέτη τους ότι ο πολυαιθέρας εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή στις περιστροφικές κινήσεις από την σιλικόνη προσθήκης και από τα πολυσουλφίδια. Αυτή η ιδιότητα του τον καθιστά ιδανικό υλικό για τα αποτυπώματα ανοικτού δισκαρίου. Σύμφωνα με την έρευνά τους έγινε λήψη 16 αποτυπωμάτων ανοικτού δισκαρίου από το εκμαγείο ελέγχου. Με μια συσκευή καταγραφής ροπής, μετρήθηκε η δύναμη αποκοχλίωσης των αξόνων αποτύπωσης, η οποία αρκούσε για να παρατηρηθεί περιστροφή τους στο υλικό αποτύπωσης.

### 10.1. Περιορισμοί της μελέτης

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εντοπίζονται διάφοροι πιθανοί περιορισμοί ως προς τον σχεδιασμό της, την εκτέλεση του πειραματικού μέρους και την ανάλυση και αξιολόγησή του. Ένας από αυτούς ήταν ότι οι σχισμοειδείς χώροι μεταξύ του μεταλλικού σκελετού και του επιεμφυτευματικού αναλόγου που αξιολογήθηκαν δεν απεικονίζονταν τρισδιάστατα αλλά σε δύο διαστάσεις. Επίσης η περιστροφή του συμπλόκου εργαστηριακού αναλόγου και άξονα αποτύπωσης δεν αποκλείστηκε ως επιβαρυντικός παράγοντας και ενδέχεται να επηρέασε τα αποτελέσματα. Άλλες εργασίες στις οποίες

αξιολογήθηκαν οι σχισμοειδείς χώροι μεταξύ του μεταλλικού σκελετού και του εμφυτευματικού αναλόγου, ήταν οι εργασίες των Del'Acqua και συνεργατών (**Del'Acqua et al 2010**) και των Παπασπυριδάκου και συνεργατών το 2012 και το 2016 (**Papaspnyridakos et al 2012, Papaspnyridakos et al 2016**). Στην εργασία των Del'Acqua και συνεργατών η μέτρηση έγινε σε δύο διαστάσεις όπως και στην παρούσα εργασία. Στην έρευνα των Παπασπυριδάκου (**Papaspnyridakos et al 2016**) όμως ο έλεγχος της ακρίβειας αποτύπωσης έγινε με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος ήταν η μέτρηση του σχισμοειδούς χώρου με κλινικά και ακτινογραφικά κριτήρια. Ο δεύτερος τρόπος ήταν η σάρωση και υπέρθεση των δεδομένων για τρισδιάστατη απεικόνιση. Δηλαδή έγινε σάρωση του εκμαγείου αναφοράς αρχικά και βρέθηκε η ακριβής θέση των εμφυτευμάτων (χωρικές συντεταγμένες x,y,z). Στη συνέχεια έγινε σάρωση των καινούριων εκμαγείων και αποθήκευση των δεδομένων. Από την υπέρθεση των δεδομένων των καινούριων εκμαγείων με τα δεδομένα του εκμαγείου αναφοράς προέκυψαν τα αποτελέσματα της έρευνας. Από την άλλη μεριά σε άλλες έρευνες όπως σε αυτή των Vigolo και συνεργατών (**Vigolo et al 2014**) και των Sorrentino και συνεργατών (**Sorrentino et al 2010**) έγινε μέτρηση της απόστασης των εμφυτευματικών αναλόγων από ορισμένα σταθερά σημεία πάνω στα εκμαγεία εργασίας με προφιλόμετρο και ελέγχθηκε η ακρίβεια των εκμαγείων σε δύο διαστάσεις ως προς ένα επίπεδο σε αντίθεση με την πραγματικότητα στην οποία οι διαστάσεις αλλάζουν τρισδιάστατα.

Εκτός από τις έρευνες των Vigolo και συνεργατών (**Vigolo et al 2014**) και των Sorrentino και συνεργατών (**Sorrentino et al 2010**), στα περισσότερα άρθρα που έχουν δημοσιευτεί, η ακρίβεια της τεχνικής και των υλικών αποτύπωσης ελέγχθηκε έμμεσα, με τη μέτρηση της διαφοράς των διαστάσεων των εκμαγείων εργασίας σε σύγκριση με ένα εκμαγείο αναφοράς. Στην παρούσα ερευνητική εργασία, στην οποία γίνεται μέτρηση των σχισμοειδών χώρων του μεταλλικού σκελετού από την κεφαλή του εμφυτεύματος, η ακρίβεια της τεχνικής και των υλικών αποτύπωσης ελέγχεται με τρόπο που προσεγγίζει περισσότερο σε συνθήκες παρόμοιες με την κλινική πράξη. Συγκεκριμένα η δημιουργία σχισμοειδών χώρων μεγαλύτερων από το εκμαγείο ελέγχου υποδηλώνει ότι το υλικό αποτύπωσης έχει επηρεάσει την έδραση της υπερκατασκευής και επομένως την πιστότητα του του εκμαγείου εργασίας.

Οι τεχνικές που εφαρμόζονται για την εξακρίβωση της εφαρμογής αποκαταστάσεων σε εκμαγεία εργασίας είναι πολλές, όπως η στερεοφωτομετρία, η μικροσκοπική αντίδραση, η μέτρηση με laser, η ηλεκτρονική μικροσκοπική σάρωση, η μικροτομογραφία, η μικροσκοπική συνεισίαση και η ψηφιακή μηχανογραφία. Για οδοντιατρικές εφαρμογές, απαραίτητη είναι η μέτρηση επιφανειών ευαίσθητων σε αλλαγές σε επίπεδο μικρών (μm) και οι σύγχρονες μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση τρισδιάστατων συσκευών μέτρησης που εξυπηρετούν τις ανάγκες αυτές. Στην

παρούσα διπλωματική εργασία η μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν η λήψη φωτογραφιών μέσω του οπτικού μικροσκοπίου.

Άλλος πιθανός περιορισμός της ερευνητικής εργασίας που εκτελέσαμε, ήταν ο αριθμός των εμφυτευμάτων που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους. Συγκεκριμένα οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα της έρευνας μπορεί να περιορίστηκαν σε τρία εμφυτεύματα και μπορεί να μην αντιστοιχούν σε αποτυπώματα με λιγότερα ή περισσότερα εμφυτεύματα. Επίσης τα εμφυτεύματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν εξωτερικής σύνδεσης και όχι εσωτερικής. Το πλεονέκτημα των εμφυτευμάτων αυτών είναι ότι το διαβλεπνογόνο τμήμα τους είναι ενσωματωμένο και η κοχλιούμενη εργασία εφαρμόζει άμεσα, χωρίς την παρεμβολή άλλου τμήματος στο εμφύτευμα, σημείο το οποίο ενδεχομένως να επηρέασε θετικά την ακρίβεια των μετρήσεων. Αυτό το ποιοτικό χαρακτηριστικό θα μπορούσε επίσης να επηρεάσει τα αποτελέσματα της έρευνας καθώς έχει αναφερθεί ότι τα εμφυτεύματα εξωτερικής σύνδεσης διευκολύνουν την απόσπαση του δισκαρίου αποτύπωσης σε σχέση με τα εμφυτεύματα εσωτερικής σύνδεσης. Αυτό εξηγείται ως εξής: Στα εμφυτεύματα εσωτερικής σύνδεσης ο άξονας αποτύπωσης εκτείνεται στην εσωτερική επιφάνεια του εμφυτεύματος σε βάθος 2-4 mm με αποτέλεσμα να δυσκολεύει την αφαίρεσή του κατά την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, ενώ στα εμφυτεύματα εξωτερικής σύνδεσης ο άξονας αποτύπωσης εφαρμόζει σε μια προεξοχή ύψους 0,7-1 mm.

Ένα τελευταίο στοιχείο που θα μπορούσε να αναφερθεί είναι ότι η σιλικόνη προσθήκης που χρησιμοποιήθηκε ήταν μέσης ρευστότητας, σε αντίθεση με τις παλαιότερες ερευνητικές μελέτες που χρησιμοποιούσαν σιλικόνες παχύρρευστες και λεπτόρρευστες σε συνδυασμό. Επίσης τα εμφυτεύματα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν τοποθετημένα παράλληλα αλλά και με κλίση. Η κλίση των κεκλιμένων ήταν 25 μοίρες, σε αντίθεση με άλλες έρευνες που χρησιμοποιούν εμφυτεύματα τοποθετημένα σε μικρότερες κλίσεις. Η διαδικασία λοιπόν που εφαρμόστηκε στην παρούσα μελέτη δεν έχει εφαρμοστεί σε καμία προηγούμενη.

## 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1) Ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στα εμφυτεύματα και την επιεμφυτευματική αποκατάσταση επηρεαζόταν από το υλικό αποτύπωσης. Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του υλικού πολυαιθέρα και του υλικού σιλικόνη προσθήκης.

2) Ο σχισμοειδής χώρος ήταν μεγαλύτερος όταν είχε γίνει χρήση του πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας σε σύγκριση με τη χρήση της σιλικόνης προσθήκης μέσης ρευστότητας.

3) Δε βρέθηκε να υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την ακρίβεια αποτύπωσης, ανάμεσα στα παράλληλα εμφυτεύματα και τα κεκλιμένα εμφυτεύματα.

4) Σε κεκλιμένα εμφυτεύματα με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, η ακρίβεια αποτύπωσης δεν επηρεάστηκε από το υλικό αποτύπωσης. Όταν αποτυπώθηκαν παράλληλα εμφυτεύματα η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε από το υλικό αποτύπωσης. Συγκεκριμένα, η αποτύπωση με σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας ήταν πιο μεγάλης ακρίβειας σε σχέση με την αποτύπωση με πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας.

Περαιτέρω κλινικές και ερευνητικές μελέτες είναι αναγκαίες ώστε να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας

## ΤΙΤΛΟΣ

### **ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΚΜΑΓΕΙΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΔΥΟ ΑΠΟΤΥΠΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**

**Συγγραφέας:** Τσιγάρου Σπυριδούλα, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Εργαστήριο Προσθετικής, Οδοντιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Επιβλέπων Μέλος ΔΕΠ:** Κούρτης Στέφανος, Αναπληρωτής Καθηγητής Εργαστήριο Προσθετικής, Οδοντιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών.

## Περίληψη

### Εισαγωγή

Η χρήση των οστεοενσωματούμενων εμφυτευμάτων έχει αποδειχθεί επιτυχής στην αποκατάσταση ασθενών με μερική ή ολική νωδότητα. Προκειμένου να έχει μακροβιότητα μία επιεμφυτευματική αποκατάσταση, είναι απαραίτητο να εφαρμόζει παθητικά στα εμφυτεύματα. Τα στάδια που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την εφαρμογή της επιεμφυτευματικής αποκατάστασης είναι το στάδιο της αποτύπωσης, το στάδιο κατασκευής του εκμαγείου εργασίας και το στάδιο κατασκευής της επιεμφυτευματικής πρόσθεσης στο εργαστήριο. Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αποτύπωση των εμφυτευμάτων είναι η τεχνική αποτύπωσης και το υλικό αποτύπωσης. Πολλές διαφορετικές τεχνικές και υλικά έχουν μελετηθεί κατά καιρούς, χωρίς να υπάρχει ξεκάθαρη άποψη για την ιδανικότερη επιλογή.

### Σκοπός

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας δύο υλικών αποτύπωσης εμφυτευμάτων στην ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας. Τα υλικά που συγκρίθηκαν ήταν ο πολυαιθέρας και η σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας, με την τεχνική ανοικτού δισκαρίου σε εμφυτεύματα με εξωτερικό μηχανισμό σύνδεσης.

### Υλικά και μέθοδος

Κατασκευάστηκε ένα ορθογώνιο εκμαγείο από εποξική ρητίνη με τρία εμφυτεύματα εξωτερικού τετραγώνου ως εκμαγείο αναφοράς. Η θέση των τριών εμφυτευμάτων καθορίστηκε στο εργαστήριο με ηλεκτρονικό παραλληλογράφο. Τα τρία εμφυτεύματα τοποθετήθηκαν σε σειρά, τα δύο παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και το

τελευταίο ακραίο εμφύτευμα θα τοποθετηθεί με κλίση 25° σε σχέση με τα άλλα δύο. Πάνω σε αυτά τα εμφυτεύματα έγινε χύτευση ενός ενιαίου κοχλιούμενου μεταλλικού σκελετού, όπου και εφαρμόστηκε στα νέα δοκίμια. Ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στο σκελετό και στα εμφυτευματικά ανάλογα μετρήθηκε χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία Sheffield.

Για την αποτύπωση του αρχικού δισκαρίου κατασκευάστηκαν δύο ατομικά δισκάρια χώρου από φωτοπολυμεριζόμενη ακρυλική ρητίνη, ένα για αποτύπωση με σιλικόνη αθροιστικού τύπου και ένα για αποτύπωση με πολυαιθέρα. Τα υλικά αποτύπωσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πολυαιθέρας μέσης ρευστότητας και σιλικόνη αθροιστικού τύπου μέσης ρευστότητας. Για όλα τα αποτυπώματα εφαρμόστηκε η τεχνική του ανοικτού δισκαρίου. Συνολικά ελέγχθηκαν δέκα δοκίμια, πέντε δοκίμια για τον πολυαιθέρα και πέντε δοκίμια για τη σιλικόνη αθροιστικού τύπου και μελετήθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο όπου ελήφθησαν φωτογραφίες οι οποίες αναλύθηκαν σε λογισμικό πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή.

#### Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η στατιστική διαδικασία ανάλυσης διακύμανσης και κατηγορικής παλινδρόμησης. Από τη συνολική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και με βάση τους περιορισμούς που τέθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

1) Ο σχισμοειδής χώρος ανάμεσα στα εμφυτεύματα και την επιεμφυτευματική αποκατάσταση επηρεάζεται από το υλικό αποτύπωσης και διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

2) Ο σχισμοειδής χώρος ήταν μεγαλύτερος όταν είχε γίνει χρήση του πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας σε σύγκριση με τη χρήση της σιλικόνης προσθήκης μέσης ρευστότητας.

3) Δε βρέθηκε να υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την ακρίβεια αποτύπωσης, ανάμεσα στα παράλληλα εμφυτεύματα και τα κεκλιμένα εμφυτεύματα.

4) Σε κεκλιμένα εμφυτεύματα με την τεχνική του ανοικτού δισκαρίου, η ακρίβεια αποτύπωσης δεν επηρεάστηκε από το υλικό αποτύπωσης. Όταν αποτυπώθηκαν παράλληλα εμφυτεύματα η ακρίβεια αποτύπωσης επηρεάστηκε από το υλικό αποτύπωσης. Συγκεκριμένα, η αποτύπωση με σιλικόνη προσθήκης μέσης ρευστότητας ήταν πιο μεγάλης ακρίβειας σε σχέση με την αποτύπωση με πολυαιθέρα μέσης ρευστότητας.



## TITLE

### **COMPARISON OF ACCURACY OF THE WORKING CAST IN IMPLANT RESTORATIONS USING TWO DIFFERENT IMPRESSION MATERIALS**

**Researcher: Tsigarou Spyridoula**, DDS, Postgraduate Student, Department of Prosthodontics, Dental School, University of Athens, Greece

**Supervisor: Kourtis Stefanos**, DDS, Dr Odont. Associate Professor, Department of Prosthodontics, Dental School, University of Athens, Greece

## Summary

### Introduction

The use of osseointegrated implants for the restoration of fully or partially edentulous patients has become a widely accepted treatment. The prosthetic superstructures must fit passively on the implants, so as the implant restorations can be successful for a long time. The implant impression, the proper construction of the master cast and the construction of the implant superstructure in the laboratory, may influence the fit of the implant restoration. The most important factors that affect the impression accuracy of implants are the impression technique and the impression material. Most of the existing studies have described various techniques, without a solid conclusion in which technique is preferable.

### Aim

The purpose of this study was to compare the effect of two different impression materials on the accuracy of the master cast. The impression materials that were used are medium body polyether and medium body silicone using an open tray.

### Materials and methods

A master cast was fabricated in epoxy resin with three dental implants embedded. Five impressions were taken with medium-viscosity polyether and five with medium-viscosity silicone. The technique that was tested was that of open tray.

Two light-cured custom impression trays were fabricated for each impression material and transfer copings were fixed on the implants. Subsequently, the ten impressions were poured with type IV die stone. The first two implants were parallel to each other (Implants A, B) and perpendicular to the horizontal level and the third implant (Implant C) had a 25° inclination to the other two. The metal framework that was constructed in the master cast was fixed to the new specimens and the microgap between this prosthesis and the implant analogs was evaluated. The specimens were observed to an optical microscope from which photos were taken and analyzed using a computer software. The obtained data of the microgap values were statistically evaluated using ANOVA and Categorical Regression analysis.

### Results and conclusions

Within the limitations of this study, it can be concluded that:

- 1) The marginal gap between the implant surface and the prosthesis was affected mainly by the impression material and there were statistical significant differences.
- 2) The marginal gaps were increased when medium-viscosity polyether was used compared to medium-viscosity addition type silicone.
- 3) No statistical difference was found between the impression accuracy of angulated and parallel implants.
- 4) The impression accuracy of the angulated implants was not affected by the impression material but the impression accuracy of the parallel implants was affected by the impression material. The impression accuracy of the medium-viscosity addition silicone was greater than the impression accuracy of the medium-viscosity polyether.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Sorrentino R, Gherlone EF, Calesini G, Zarone F. Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: an in vitro comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2010 May;12 Suppl 1:e63-76.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg.* 1981 Dec;10(6):387-416
3. Choi JH, Lim YJ, Yim SH, Kim CW. Evaluation of the accuracy of implant-level impression techniques for internal-connection implant prostheses in parallel and divergent models. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007 Sep-Oct;22(5):761-8.
4. Μπίκος Π., Τορτοπίδης Δ., Κούρτης Σ. Η αποτύπωση στις ακίνητες επιεμφυτευματικές προσθετικές αποκαταστάσεις. *Οδοντοστοματολογική Πρόοδος* 2013;67 (2):226-240
5. Sahin S, Cehreli MC. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dent.* 2001;10(2):85-92.
6. Vigolo P, Majzoub Z, Cordioli G. Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *J Prosthet Dent.* 2003
7. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. An evaluation of impression techniques for multiple internal connection implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2004 Nov;92(5):470-6
8. Assif D, Marshak B, Schmidt A. Accuracy of implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996 Mar-Apr;11(2):216-22.
9. Papaspyridakos P, Chen CJ, Gallucci GO, Doukoudakis A, Weber HP, Chronopoulos V. Accuracy of implant impressions for partially and completely edentulous patients: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014 Jul-Aug;29(4):836-45.
10. Watanabe F, Uno I, Hata Y, Neuendorff G, Kirsch A. Analysis of stress distribution in a screw-retained implant prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000 Mar-Apr;15(2):209-18

11. Assuncao WG, Filho HG, Zaniquelli O. Evaluation of transfer impressions for osseointegrated implants at various angulations. *Implant Dent.* 2004 Dec;13(4):358-66
12. Liou AD, Nicholls JI, Yuodelis RA, Brudvik JS. Accuracy of replacing three tapered transfer impression copings in two elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont.* 1993 Jul-Aug;6(4):377-83.
13. Rashidan N, Alikhasi M, Samadzadeh S, Beyabanaki E, Kharazifard MJ. Accuracy of implant impressions with different impression coping types and shapes. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012 Apr;14(2):218-25.
14. Lee H, Ercoli C, Funkenbusch PD, Feng C. Effect of subgingival depth of implant placement on the dimensional accuracy of the implant impression: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2008 Feb;99(2):107-13.
15. Burns J, Palmer R, Howe L, Wilson R. Accuracy of open tray implant impressions: an in vitro comparison of stock versus custom trays. *J Prosthet Dent.* 2003 Mar;89(3):250-5
16. Baig MR. Accuracy of impressions of multiple implants in the edentulous arch: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014 Jul-Aug;29(4):869-80.
17. Baig MR. Multi-unit implant impression accuracy: A review of the literature. *Quintessence Int.* 2014 Jan;45(1):39-51
18. Gallucci GO, Papaspyridakos P, Ashy LM, Kim GE, Brady NJ, Weber HP. Clinical accuracy outcomes of closed-tray and open-tray implant impression techniques for partially edentulous patients. *Int J Prosthodont.* 2011 Sep-Oct;24(5):469-72.
19. Mpikos P, Kafantaris N, Tortopidis D, Galanis C, Kaisarlis G, Koidis P. The effect of impression technique and implant angulation on the impression accuracy of external- and internal-connection implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012 Nov-Dec;27(6):1422-8. Erratum in: *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013 Jan-Feb;28(1):43
20. Del'Acqua MA, Arioli-Filho JN, Compagnoni MA, Mollo Fde A Jr. Accuracy of impression and pouring techniques for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 Mar-Apr;23(2):226-36.

21. Carr AB. Comparison of impression techniques for a five-implant mandibular model. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1991 Winter;6(4):448-55.
22. Lee H, So JS, Hochstedler JL, Ercoli C. The accuracy of implant impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2008 Oct;100(4):285-91.
23. Wenz HJ, Hertrampf K. Accuracy of impressions and casts using different implant impression techniques in a multi-implant system with an internal hex connection. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008 Jan-Feb;23(1):39-47.
24. Cabral LM, Guedes CG. Comparative analysis of 4 impression techniques for implants. *Implant Dent*. 2007 Jun;16(2):187-94.
25. Papaspyridakos P, Lal K, White GS, Weber HP, Gallucci GO. Effect of splinted and nonsplinted impression techniques on the accuracy of fit of fixed implant prostheses in edentulous patients: a comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Nov-Dec;26(6):1267-72
26. Chee W, Jivraj S. Impression techniques for implant dentistry. *Br Dent J*. 2006 Oct 7;201(7):429-32.
27. Del'acqua MA, de Avila ÉD, Amaral ÂL, Pinelli LA, de Assis Mollo F Jr. Comparison of the accuracy of plastic and metal stock trays for implant impressions. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012 May-Jun;27(3):544-50.
28. Del'Acqua MA, Chávez AM, Amaral AL, Compagnoni MA, Mollo Fde A Jr. Comparison of impression techniques and materials for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010 Jul-Aug;25(4):771-6.
29. Στέφος Σ. Επίδραση του υλικού αποτύπωσης των εμφυτευμάτων στην ακρίβεια κατασκευής του εκμαγείου εργασίας. Διπλωματική εργασία. Αθήνα 2014
30. Johnson GH, Mancl LA, Schwedhelm ER, Verhoef DR, Lepe X. Clinical trial investigating success rates for polyether and vinyl polysiloxane impressions made with full-arch and dual-arch plastic trays. *J Prosthet Dent*. 2010 Jan;103(1):13-22. doi: 10.1016/S0022-3913(09)60208-0.
31. Wee AG. Comparison of impression materials for direct multi-implant impressions. *J Prosthet Dent*. 2000 Mar;83(3):323-31
32. Chang WG, Vahidi F, Bae KH, Lim BS. Accuracy of three implant impression techniques with different impression materials and stones. *Int J Prosthodont*. 2012 Jan-Feb;25(1):44-7.

33. Mostafa TM, Elgendy MN, Kashef NA, Halim MM. Evaluation of the precision of three implant transfer impression techniques using two elastomeric impression materials. *Int J Prosthodont*. 2010 Nov-Dec;23(6):525-8
34. Aguilar ML, Elias A, Vizcarrondo CE, Psoter WJ. Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *J Prosthet Dent*. 2010 Apr;103(4):202-9.
35. Vigolo P, Mutinelli S, Fonzi F, Stellini E. An in vitro evaluation of impression techniques for multiple internal- and external-connection implant prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014 Jul-Aug;29(4):807-18
36. Papaspyridakos P, Hirayama H, Chen CJ, Ho CH, Chronopoulos V, Weber HP. Full-arch implant fixed prostheses: a comparative study on the effect of connection type and impression technique on accuracy of fit. *Clin Oral Implants Res*. 2016 Sep;27(9):1099-105
37. Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Jun;23(6):676-81
38. Forrester-Baker L, Seymour KG, Samarawickrama D, Zou L, Cherukara G, Patel M. A comparison of dimensional accuracy between three different addition cured silicone impression materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2005 Jun;13(2):69-74.
39. Rubel BS. Impression materials: a comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007 Jul;51(3):629-42, vi.
40. Perakis N, Belser UC, Magne P. Final impressions: a review of material properties and description of a current technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2004 Apr;24(2):109-17.