



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΔΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

## ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΚΜΑΓΕΙΩΝ ΣΕ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥΣ ΑΡΘΡΩΤΗΡΕΣ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΚΕΦΑΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 17033

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

ΤΣΟΛΚΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

&

ΓΙΑΝΝΙΚΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**ΑΘΗΝΑ 2022**



# UNIVERSITY OF WEST ATTICA

FACULTY OF HEALTH AND CARE SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES

DIVISION DENTAL TECHNOLOGY

## TRANSFERRING AND MOUNTING DIGITAL CASTS ON A VIRTUAL ARTICULATOR

**DISSERTATION**

**DIMITRA KEFALA**

Candidate Number:17033

SUPERVISORS:

TSOLKA PANAGIOTA

ASSOCIATE PROFESSOR

&

STAVROS GIANNIKAKIS

PROFESSOR

**ATHENS 2022**

# ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΑΥΡΟΣ ΓΙΑΝΝΙΚΑΚΗΣ  
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΤΣΟΛΚΑ

ΜΕΛΟΣ:

ΚΑΡΟΥΖΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΜΕΛΟΣ:

ΘΕΟΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κεφάλα Δήμητρα του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 17033 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Βιοϊατρικών Επιστήμων του Τμήματος Οδοντικής Τεχνολογίας δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Κεφάλα Δήμητρα

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b><u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Πρόλογος-Σκοπός</u></b>	7
<b><u>ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ-ΑΝΑΔΡΟΜΗ</u></b>	9
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b><i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΤΟΜΑΤΟΓΝΑΘΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</i></b>	12
<b><u>1.1 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΤΟΜΑΤΟΓΝΑΘΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u></b>	12
<b><u>1.1.1 Βασικά ανατομικά στοιχεία στοματογναθικού συστήματος (οστά-μύς)</u></b>	13
<b><u>1.1.2 Κινησιολογία της κάτω γνάθου</u></b>	18
<b><u>1.1.3 Λειτουργικές θέσεις της κάτω γνάθου</u></b>	19
<b><u>1.2 ΟΔΟΝΤΟΦΥΪΑ</u></b>	20
<b><u>1.2.1 Θέσεις και αξονικές κλίσεις δοντιών</u></b>	21
<b><u>1.2.2 Τα δόντια και η επίδρασή τους στην αισθητική του προσώπου</u></b>	22
<b><i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΣΥΓΚΛΕΙΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ</i></b>	24
<b><u>2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ - ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΣΥΓΚΛΕΙΣΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ</u></b>	24
<b><u>2.2. ΤΥΠΟΙ ΣΥΓΚΛΕΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΟΥ</u></b>	27
<b><u>2.2.1 Συγκλεισιακές σχέσεις οπισθίων δοντιών</u></b>	28
<b><u>2.2.2 Συγκλεισιακές σχέσεις προσθίων δοντιών</u></b>	29
<b><u>2.2.3 Παράγοντες που καθορίζουν τη συγκλεισιακή μορφολογία των δοντιών</u></b>	30
<b><u>2.3. ΤΥΠΟΙ ΣΥΓΚΛΕΙΣΗΣ ΣΕ ΤΕΧΝΗΤΟ ΦΡΑΓΜΟ</u></b>	32
<b><u>2.3.1 Βασικές αρχές αποκατάστασης σύγκλεισης φυσικού φραγμού με Ακίνητες Προσθέσεις</u></b>	32
<b><u>2.3.2 Βασικές αρχές αποκατάστασης σύγκλεισης με Κινητές Προσθέσεις</u></b>	33
<b><u>2.3.3 Βασικές αρχές αποκατάστασης σύγκλεισης με Επιεμφυτευματικές προσθέσεις</u></b>	37
<b><i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΛΕΙΣΙΑΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΟΝΤΙΚΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΣΤΟ ΟΔΟΝΤΟΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</i></b>	39
<b><u>3.1. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΑ - Συμβατική μέθοδος αποτύπωσης</u></b>	39
<b><u>3.1.1 Ταξινόμηση αποτυπωτικών υλικών</u></b>	40
<b><u>3.2. ΕΚΜΑΓΕΙΑ</u></b>	45
<b><u>3.2.1 Τύποι εκμαγείων</u></b>	45
<b><u>3.2.2 Κατασκευή εκμαγείων</u></b>	45
<b><u>3.2.2.1 Υλικά κατασκευής των εκμαγείων</u></b>	45
<b><u>3.2.2.2 Τεχνική κατασκευής γύψινων εκμαγείων</u></b>	45
<b><u>3.3. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΡΘΡΩΤΗΡΕΣ</u></b>	46
<b><u>3.3.1 Τι είναι ο μηχανικός αρθρωτήρας</u></b>	46
<b><u>3.3.2 Ταξινόμηση -Τύποι μηχανικών αρθρωτήρων</u></b>	47
<b><u>3.4. ΕΞΟΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ. Προσωπικά τόξα</u></b>	49
<b><u>3.5. ΕΝΔΟΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ</u></b>	51
<b><u>3.5.1 καταγραφή κεντρικής σχέσης</u></b>	51
<b><u>3.5.2 καταγραφή πρόσθια τομικής τροχιάς</u></b>	52
<b><u>3.5.3 έκκεντρες συγκλεισιακές καταγραφές</u></b>	
<b><u>3.5.4 καταγραφή σχέσεων γνάθων σε μερική ή ολική νωδότητα</u></b>	52
<b>ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b><i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΜΕΣΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΛΕΙΣΙΑΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΟΝΤΙΚΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΣΤΟ ΟΔΟΝΤΟΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</i></b>	53
<b><u>4.1. ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΜΑΓΕΙΟ</u></b>	53
<b><u>4.1.1 Ψηφιακά μέσα ενδοστοματικής απεικόνισης</u></b>	53
<b><u>4.1.2 Τεχνικές αναπαραγωγής ψηφιακών εκμαγείων</u></b>	59
<b><u>4.2. ΕΙΚΟΝΙΚΟΙ ΑΡΘΡΩΤΗΡΕΣ</u></b>	62
<b><u>4.2.1 Ορισμός – Χαρακτηριστικά - Λειτουργία εικονικών αρθρωτήρων</u></b>	62
<b><u>4.2.2 Ταξινόμηση – Τύποι συστημάτων εικονικών αρθρωτήρων</u></b>	65
<b><u>4.3. CAD-CAM</u></b>	
<b><u>4.4. ΕΞΟΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ &amp; ΕΝΔΟΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ - ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</u></b>	73

4.4.1 Ψηφιακά προσωπικά τόξα	73
4.4.2 Σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα ελέγχου και εντοπισμού των συγκλεισιακών επαφών (T-SCAN)	76
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ</b>	82
5.1. Ανάρτηση και οριοθέτηση των εκμαγείων στον αρθρωτήρα	82
5.1.1 Τυπική ανάρτηση	82
5.1.2 Εξατομικευμένη ανάρτηση με τη χρήση προσωπικού τόξου	82
5.2. Μεταφορά και Αναπαραγωγή των καθοριστικών στοιχείων της στατικής και δυναμικής σύγκλισης σε μηχανικούς αρθρωτήρες – Ρύθμιση αρθρωτήρων	83
5.3. Λάθη καταγραφής και μεταφοράς των σχέσεων των φραγμών και των κινήσεων της κάτω γνάθου με τη χρήση μηχανικών αρθρωτήρων	84
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ</b>	87
6.1. Ανάρτηση ψηφιακών εκμαγείων σε εικονικό αρθρωτήρα	87
6.1.1 Αυτόματη τυπική εικονική ανάρτηση	87
6.1.2 Ανάρτηση ψηφιακών εκμαγείων σε εικονικό αρθρωτήρα με χρήση ψηφιακού προσωπικού τόξου	89
6.1.3 Τρόπος Χρήσης των Εικονικών αρθρωτήρων στη σχεδίαση και κατασκευή προσθετικής εργασίας με CAD/CAM	90
6.2. Αξιολόγηση και εγκυρότητα των εικονικών αρθρωτήρων - Εξέλιξη	90
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	92
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	98
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	99
<b>SUMMARY</b>	100
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	101

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΣΚΟΠΟΣ

Η προσθετική πρόκειται για μια επιστήμη η οποία σκοπό έχει την αποκατάσταση απολεσθέντων στοιχείων του στοματογναθικού συστήματος τα οποία απουσιάζουν είτε λόγω ατυχήματος κατά την διάρκεια ζωής ενός ασθενή είτε δεν υπήρξαν ποτέ εκ γενετής.<sup>1,2,3</sup>

Στόχος μιας οδοντικής πρόσθεσης είναι να αποκαταστήσει κύριες λειτουργίες του στοματογναθικού όπως η μάσηση, η ομιλία και η κατάποση αρχικά αλλά και να προσφέρει ικανοποιητικά αισθητικά αποτελέσματα. Με άλλα λόγια θα πρέπει να ενταχθεί πλήρως χωρίς να προκαλεί παρεμβολές στο στοματικό περιβάλλον αλλά και να ευχαριστεί τον ασθενή αισθητικά.<sup>3,4,5</sup>

Το στοματογναθικό σύστημα είναι ένα σύνολο οργάνων το οποίο είναι υπεύθυνο ώστε να επιτελούνται διάφορες λειτουργικές διαδικασίες στο στοματικό περιβάλλον, όπως ομιλία, κατάποση, μάσηση ως πρωτεύουσες. Ωστόσο το στοματογναθικό σύστημα διασφαλίζει και λειτουργίες όπως η αναπνοή, γεύση, έκφραση και αισθητική του προσώπου.<sup>6,7</sup>

Ένας οδοντοτεχνίτης σαφώς και εμπλέκεται στην εύρυθμη λειτουργία μιας οδοντικής πρόσθεσης αφού η τελευταία τοποθετηθεί στο στοματικό περιβάλλον, διότι παίρνει άμεσα μέρος στην κατασκευή αυτής. Κάθε οδοντική πρόσθεση θα πρέπει είτε να εντάσσεται ομαλά στο ήδη υπάρχον συγκλεισιακό σχήμα του εκάστοτε ασθενή είτε να αναδιαμορφώνει το συγκλεισιακό σχήμα χωρίς όμως να προκαλεί παθολογικές επιπλοκές στις λειτουργίες του στοματογναθικού συστήματος.<sup>8</sup>

Έτσι, ο οδοντοτεχνίτης προκειμένου να κατασκευάσει σωστά μία προσθετική εργασία, θα πρέπει να αναπαράγει με κάποιον τρόπο το κρανίο του ασθενή. Το εργαλείο που χρησιμοποιείται για αυτόν τον σκοπό εδώ και χρόνια τόσο για την διάγνωση όσο και για την θεραπεία περιστατικών είναι ο μηχανικός αρθρωτήρας. Ο μηχανικός αρθρωτήρας αποτελεί ένα φυσικό όργανο το οποίο διευκολύνει την αναπαραγωγή της σχέσης των γνάθων με το κρανίο καθώς και την άρθρωση της κάτω γνάθου σε σχέση με τα τρία χωρικά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, ένας αρθρωτήρας μπορεί να οριστεί ως ένα μηχανικό υποκατάστατο το οποίο αντιπροσωπεύει τις κροταφογναθικές διαρθρώσεις και τις γνάθους, στις οποίες μπορεί να γίνει ανάρτηση των γύψινων εκμαγείων αυτών και να προσομοιωθεί μέρος ή όλες οι κινήσεις της κάτω γνάθου.<sup>9</sup>

Ο εικονικός αρθρωτήρας από την άλλη είναι ένα εικονικό όργανο το οποίο περιλαμβάνει εργαλεία λογισμικού και αναπαράγει την σχέση των γνάθων σε εικονικό περιβάλλον. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, άρχισε να επαληθεύεται η σκοπιμότητα του ψηφιακού σχεδιασμού προσθέσεων με ψηφιακούς αρθρωτήρες. Ωστόσο λίγα άρθρα έχουν αναφερθεί σε αυτό το θέμα.<sup>10</sup>

Ο εικονικός αρθρωτήρας πρόκειται για ένα λογισμικό υπολογιστή ικανό να αναπαράγει την σχέση των γνάθων και να προσομοιώνει κινήσεις της κάτω γνάθου. Στην προσθετική, θεωρείται πρόσθετο εργαλείο διάγνωσης και σχεδιασμού θεραπείας στον μηχανικό αρθρωτήρα, ειδικά όταν πρόκειται για περιπτώσεις που περιλαμβάνουν αλλαγή της κάθετης διάστασης σύγκλεισης. Για να προσομοιωθεί η σωστή κίνηση της κάτω γνάθου πολλοί συγγραφείς προτείνουν χρήση εικονικού ψηφιακού προσωπικού τόξου ή

ψηφιακή συγκλεισιακή καταγραφή ώστε να συναρμολογήσουν σωστά τα ψηφιακά εκμαγεία.<sup>10</sup>

Οι ενδείξεις για την χρήση εικονικού αρθρωτήρα περιλαμβάνουν την εξατομικευμένη διάγνωση και αποφυγή κοινών προβλημάτων που παρουσιάζονται με τους μηχανικούς αρθρωτήρες. Οι εικονικοί αρθρωτήρες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την εμφάνιση επιλογών θεραπείας στους ασθενείς.<sup>10</sup>

Μέχρι και σήμερα διακρίνουμε τρεις (3) τύπους εικονικών αρθρωτήρων: οι πλήρως ρυθμιζόμενοι, οι μαθηματικά προσομοιωμένοι και οι εικονικοί αρθρωτήρες βασιζόμενοι σε αναπαράσταση-προσομοίωση των μηχανικών αρθρωτήρων. Οι πλήρως ρυθμιζόμενοι αναπαράγουν ακριβείς διαδρομές κίνησης κάτω γνάθου μέσω της χρήσης ψηφιακών συσκευών και ενδείκνυνται για περίπλοκες περιπτώσεις όπου η μορφολογία του μασητικού επιπέδου πρέπει να αξιολογηθεί κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου έτσι ώστε να αποφευχθούν παρεμβολές. Ο μαθηματικά προσομοιωμένος τύπος είναι ένας μέσης τιμής αρθρωτήρας που απαιτεί πρόσθετες ρυθμίσεις για να αναπαράγει τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Ενδείκνυνται για περιπτώσεις όπου η αναπαραγωγή της σχέσης των γνάθων επαρκεί για τον σχεδιασμό της μασητικής μορφολογίας της πρόσθεσης. Το κύριο μειονέκτημα του είναι ότι δεν είναι εφικτό να επιτευχθούν εξατομικευμένες κινήσεις ασθενούς. Ο τρίτος τύπος εικονικού αρθρωτήρα αφορά εκείνους οι οποίοι βασίζονται σε μηχανικούς αρθρωτήρες. Εισήχθησαν από το ερευνητικό εργαστήριο σχεδίασης προϊόντος (PDL Product Design Laboratory) στη Σχολή Μηχανικών του Μπιλμπάο το 2009.<sup>11, 12, 13</sup>

Με βάση την επιλεγμένη μέθοδο απόκτησης και μεταφοράς δεδομένων, οι τεχνικές για την συναρμολόγηση ενός εικονικού αρθρωτήρα μπορούν να ταξινομηθούν ως άμεσες ή έμμεσες ροές εργασίας. Το πρώτο βήμα σε μια άμεση ροή εργασίας περιλαμβάνει ψηφιακή σάρωση των τόξων μέσω ενός ενδοστοματικού σαρωτή και στην συνέχεια μεταφορά αυτών των δεδομένων στον εικονικό αρθρωτήρα χωρίς την χρήση αναλογικών βημάτων. Η έμμεση ροή εργασίας περιλαμβάνει τη λήψη αναλογικών αποτυπώσεων, σαρώνονται ψηφιακά τα εκμαγεία τοποθετημένα σε μηχανικό αρθρωτήρα μέσω επιτραπέζιου σαρωτή και στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται στο λογισμικό του εικονικού αρθρωτήρα.<sup>10</sup>

**Σκοπός:** Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τα σύγχρονα μέσα καταγραφής και μεταφοράς συγκλεισιακών σχέσεων. Έπειτα, αναδεικνύει τον τρόπο που τα προαναφερθέντα μέσα μπορούν να αναπαραχθούν έτσι ώστε να προσδώσουν πληροφορίες κίνησης της κάτω γνάθου. Τέλος, προβάλλει τον τρόπο λειτουργίας των εικονικών αρθρωτήρων σε συνδυασμό με την χρήση CAD-CAM συστημάτων για την κατασκευή οδοντικών αποκαταστάσεων.

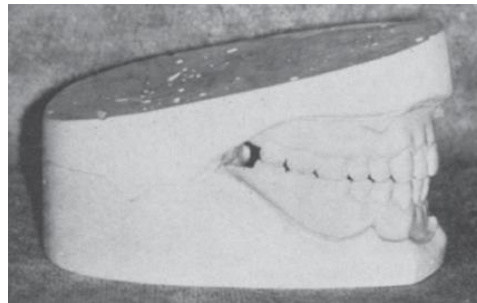


## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ-ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ένας από τους στόχους της προσθετικής είναι η αποκατάσταση των δοντιών σε συμφωνία με τις κροταφογναθικές αρθρώσεις. Ο αρθρωτήρας είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει σε έναν χειριστή να δημιουργήσει μια αποκατάσταση που θα είναι φυσιολογικά και ψυχολογικά αποτελεσματική.<sup>9</sup>

Οι πρώτοι αρθρωτήρες βασίστηκαν σε μεμονωμένες θεωρίες σύγκλισης. Ωστόσο, φυσιολογικές διακυμάνσεις στην κίνηση της κάτω γνάθου μεταξύ των ασθενών, ακόμη και μεταβλητή κίνηση των κροταφικών αρθρώσεων στον ίδιο ασθενή, απαιτούν το σχεδιασμό ρυθμιζόμενων αρθρωτήρων.<sup>14</sup>

Με την πάροδο των ετών ορισμένοι αρθρωτήρες έχουν τροποποιηθεί, κάποιοι δεν έγιναν δεκτοί από το επάγγελμα και πολλοί δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Σε αυτή την ανασκόπηση ορίζεται η ιστορία των αρθρωτήρων ξεκινώντας από τον 18ο αιώνα. Πιο συγκεκριμένα ο πρώτος που περιέγραψε τη διαδικασία αποτύπωσης με κερί και μια μέθοδο κατασκευής αρθρωτήρα με γύψινα εκμαγεία ήταν το 1756 ο Philip Pfaff. Το 1805 ο Jean Baptise Gariot ήταν ο πρώτος που περιέγραψε μια μέθοδο για την άρθρωση εκμαγείων αλλά και την διατήρηση της θέσης τους. Ωστόσο, επειδή ποτέ δεν ισχυρίστηκε την ιδέα του ως καινοτομία δεν συνδέθηκε μαζί του (ΕΙΚ. 1).<sup>9</sup>



Εικόνα 1: Γύψινος αρθρωτήρας.<sup>14</sup>

Παρόλο που οι γύψινες αρθρώσεις ήταν οι πρώτες που χρησιμοποιήθηκαν για την διατήρηση των σχέσεων των εκμαγείων, οι μηχανικοί αρθρωτήρες έχουν γίνει μια νέα και ευρέως χρησιμοποιούμενη συσκευή για τον σκοπό αυτό. Αποκτώντας ολοένα και περισσότερες γνώσεις σχετικά με την ανατομία σε συνδυασμό με την καλύτερη κατανόηση της κίνησης της κάτω γνάθου και των μηχανικών αρχών δημιουργήθηκαν πιο εξελιγμένα όργανα άρθρωσης.<sup>9</sup>

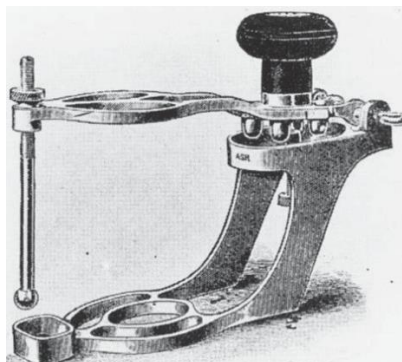
Η πρώτη δημοσιευμένη αναφορά στους μηχανικούς αρθρωτήρες πιθανολογείται ότι ήταν η συζήτηση του Fairhurst για τον αρθρωτήρα του Hovarth και του Landmore το 1830. Ένας από τους πρώτους μηχανικούς αρθρωτήρες που εικονογραφήθηκε και συζητήθηκε με κάποια λεπτομέρεια στην βιβλιογραφία ήταν αυτός του Thomas W Evans. Σημαντικό χαρακτηριστικό του αρθρωτήρα αυτού ήταν ότι η κάθετη διάσταση μπορούσε να διατηρηθεί και να τροποποιηθεί.<sup>9</sup>

Το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μηχανικό αρθρωτήρα δόθηκε στις ΗΠΑ στον James Cameron και εκδόθηκε στις 30 Απριλίου του 1840. Ακολούθησε ο Daniel T. Even. ο

τελευταίος προσπάθησε να καταγράψει την κίνηση της κροταφογοναθικής διάρθρωσης προς τα εμπρός και τα πλάγια. Ο αρθρωτήρας του Even ανήκει στην κατηγορία των αρθρωτήρων με σταθερή κονδυλική καθοδήγηση και μάλιστα αποτελεί τον αρχικό τύπο της εν λόγω κατηγορίας. Άλλα παραδείγματα παρόμοιων αρθρωτήρων είναι του Antes-Lewis(1895,1900), του Starr(1868) και του Bonwill (1858), ο οποίος μάλιστα υπήρξε δημοφιλής για αρκετά χρόνια.<sup>9</sup>

Πενήντα χρόνια μετά την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας του Evens, ο Richmond S.Hayes εμφανίζει έναν πιο εξελιγμένο αρθρωτήρα το 1889 ο οποίος ανήκει στην ίδια κατηγορία με τους παραπάνω όπως και ο αρθρωτήρας του Grittman, ο Simplex του Gysi και ο αρθρωτήρας του Stephan. Ο αρθρωτήρας του Grittman έκανε την εμφάνιση του σε συνδυασμό με το προσωπικό τόξο του Snow, από τους Snow και Grittman, το 1899. Ο αρθρωτήρας Simplex εμφανίστηκε από τον Gysi το 1912. Ο Simplex ήταν πιθανότατα ο πρώτος αρθρωτήρας της κατηγορίας αυτής που είχε τομική βελόνα και τομική τράπεζα.<sup>9,15</sup>

Η παλαιότερη έκδοση αρθρωτήρα με ρυθμιζόμενους κονδυλικούς οδηγούς ανήκει στον Walker, από το 1896. Ο Walker συγκεκριμένα παρουσίασε τρία μοντέλα αρθρωτήρων, εκ των οποίων η πρώτη έκδοση αποτέλεσε εξέλιξη του αρθρωτήρα του Bonwill, η δεύτερη διέθετε ρυθμιζόμενα κονδυλικά στοιχεία, παρόλο που δεν μπορούσαν να ρυθμιστούν μεμονωμένα, ενώ η τρίτη έκδοση περιλάμβανε ξεχωριστά ρυθμιζόμενα κονδυλικά στοιχεία. Για να μετρήσει το μονοπάτι κάθε κονδύλου ξεχωριστά ο Walker σχεδίασε μια συσκευή, που την ονόμασε «προσωπικό κλινόμετρο», η οποία μπορεί να θεωρηθεί η πρώτη εξωστοματική μέθοδος για καταγραφή κίνησης γνάθου. Ο Luce με τον αρθρωτήρα του ήταν ο πρώτος που περιέλαβε την τομική τροχιά (ΕΙΚ.2).<sup>16,17</sup>



Εικόνα 2: Αρθρωτήρας του Luce.<sup>14</sup>

Ο Snow το 1907, παρουσίασε τον αρθρωτήρα "New Century", σε συνδυασμό με το προσωπικό τόξο του. Ο συγκεκριμένος αρθρωτήρας αποτέλεσε μια πιο εξελιγμένη έκδοση του αρθρωτήρα του Grittman, με προσαρμοζόμενα, αντί για σταθερά, κονδυλικά στοιχεία.<sup>16,17</sup>

Από εκεί και πέρα ακολούθησε ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων τύπων αρθρωτήρων, όπως για παράδειγμα ο αρθρωτήρας Monson (1918), ο Wadsworth (1924), ο Gysi Trubyte (1926), ο House (1927), ο Stansberry (1929), ο Phillips Occluscope (1931), ο McCollum Gnathoscope (1935), ο Dentatus (1944), ο Kile Dentograph (1945), ο Granger Gnatholator (1950), ο Bergstrom Arcon (1950), ο Transograph (1952), ο Stuarticator

(1955), ο Hanau 130-21 (1953), ο Pankey-Mann (1955), ο Hanau 130-28 (1963), ο Simulator (1968), ο Denar D4-A (1968), ο Whip-Mix (1968) καθώς και άλλοι τύποι αρθρωτήρων.<sup>18</sup>

Το λογισμικό του εικονικού αρθρωτήρα περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Szentpetery στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και το πρώτο λογισμικό του εικονικού αρθρωτήρα εισήχθη το 2002 με την εργασία του Bisler και της ομάδας του από το πανεπιστήμιο του Greifsward της Γερμανίας που όρισε τον εικονικό αρθρωτήρα ως ένα εργαλείο για την ανάλυση των πολύπλοκων στατικών και δυναμικών σχέσεων της σύγκλεισης. Το DentCam ήταν το πρώτο λογισμικό που περιλάμβανε την λειτουργικότητα εικονικού αρθρωτήρα. Έκτοτε η χρήση του ψηφιακού αρθρωτήρα έχει εφαρμοστεί στο σχεδιασμό με την βοήθεια υπολογιστή (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing – CAD/CAM).<sup>10</sup>

Με την χρήση του CAD/CAM λειτουργίες όπως ο σχεδιασμός, η ανάλυση και τέλος η κατασκευή γίνονται όλα στο ίδιο σύστημα. Παράλληλα η εκτίμηση του κόστους και το πρόγραμμα παραγωγής ενός προϊόντος αυτοματοποιήθηκαν. Τέλος η έλευση του CAD/CAM μείωσε τον χρόνο αλλά και την σκέψη λόγω αυτοματισμού.<sup>19</sup>

Το 1962 ο Ivan Sutherland εκπονώντας το διδακτορικό του, παρουσίασε το σύστημα Sketchpad. Αυτό το σύστημα πιστεύεται ότι ήταν η αρχή των συστημάτων CAD. Η διεπαφή χρήστη με αυτό το σύστημα πραγματοποιείται με την χρήση πέννας φωτός. Το σύστημα αυτό παρείχε στον χρήστη την δυνατότητα σχεδιασμού και διόρθωσης του προηγούμενου με την χρήση υπολογιστή. Το 1968 ο Ivan Sutherland σε συνεργασία με τον μαθητή του Bob Sproul εφηύραν την πρώτη μηχανή εικονικής πραγματικότητας στο Harvard. Στο τέλος της δεκαετίας του 1960, συστήματα CAD/CAM παρουσιάστηκαν για χρήση σε μικρούς υπολογιστές.<sup>19</sup>

Το 1970 γίνεται προσπάθεια ψηφιοποίησης της δισδιάστατης μορφής και το 1975 ο K. Vesprille's (Πανεπιστήμιο των Συρακουσών) έχοντας ως αρωγό εργασίες των de Casteljaou, Bezier, Coons and Forrest στην διατριβή του θεμελίωσε την έννοια της μοντελοποίησης πολύπλοκων καμπυλών και επιφανειών σε τρεις διαστάσεις. Το 1980 ανακαλύπτονται καινούργιοι αλγόριθμοι και οι μέθοδοι αναπαράστασης επιφανειών εξελίσσονται και γίνονται με πιστότητα βασιζόμενες στους Coons, Bezier και Gordon. Το 1990 έως το 2000 αυτά τα συστήματα συνεχίζουν και εξελίσσονται.<sup>19</sup>

Η ψηφιακή τεχνολογία έχει εισέλθει στο χώρο της οδοντικής τεχνολογίας όσο και της οδοντιατρικής. Ιδιαίτερα με την εισαγωγή των συστημάτων CAD/CAM το 1970 από τους Duret και Termoz διευρύνθηκε η χρήση τους. Ο πρώτος ενδοστοματικός ψηφιακός σαρωτής κάνει την εμφάνιση του την δεκαετία του 1980 από τους Mörmann και Brandestini.<sup>18</sup>

# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΤΟΜΑΤΟΓΝΑΘΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΣΣ)

### 1.1 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΤΟΜΑΤΟΓΝΑΘΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι βασικές λειτουργίες του στοματογναθικού συστήματος είναι τρεις: μάσηση, κατάποση, ομιλία. Ωστόσο υπάρχουν και άλλες λειτουργίες που συμπεριλαμβάνονται στο στοματογναθικό σύστημα όπως η αναπνοή και η έκφραση.<sup>20</sup>

Η πρώτη βασική λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος είναι η μάσηση. Σύμφωνα με αυτή το άτομο προσλαμβάνει τροφές έπειτα τις κόβει και τις τεμαχίζει σχηματίζοντας μια μάζα τροφής, τον λεγόμενο βλωμό. Όταν ο βλωμός γίνει πιο μαλακός και ελαττωθεί σε μέγεθος τότε το άτομο είναι έτοιμο να πραγματοποιήσει την δεύτερη βασική λειτουργία, την κατάποση. Οι κινήσεις της μάσησης μπορούν να χαρακτηριστούν τόσο ως αντανakλαστικές όσο και εκούσιες. Οι κινήσεις της μάσησης διαφοροποιούνται από άτομο σε άτομο. Κοινά όμως παραμένουν τα στάδια της μάσησης. Αφετηρία θεωρείται η πρόσληψη τροφής από το στόμα και τερματικό στάδιο η λειοτριβήση της τροφής. Ενδιάμεσα στάδια είναι η διάτμηση που κύριο σκοπό έχει τον διαχωρισμό της τροφής σε δυο τεμάχια και η σύνθλιψη. Έπειτα ακολουθεί η κατάποση. Στην λειτουργία αυτή αρωγός αποτελεί το σάλιο, το οποίο κατευθύνει την τροφή από το στόμα προς τον φάρυγγα, ακολούθως στον οισοφάγο και καταλήγει στο στομάχι. Η κατάποση όπως και η μάσηση αποτελούν σύνθετες λειτουργίες του στοματογναθικού συστήματος. Αφετηρία για αυτή τη λειτουργία είναι τα χείλη. Ο βλωμός έπειτα κατευθύνεται προς την ράχη της γλώσσας. Αφού ο βλωμός θεωρηθεί έτοιμος για κατάποση, περνάει από τον ισθμό και συναντάει τον φάρυγγα. Στην συνέχεια το άνω άκρο του οισοφάγου διαστέλλεται και πλέον ο βλωμός καταλήγει στο στομάχι. Αρχικά η κατάποση αποτελούσε εκούσια κίνηση τουλάχιστον στην πρώτη φάση της. Ωστόσο με τα χρόνια έχει επέλθει αντανakλαστικοποίηση. Αν ο βλωμός περάσει από τον ισθμό του φάρυγγα δηλαδή όταν βρεθεί στην δεύτερη φάση, την φαρυγγική και στην τρίτη φάση, την οισοφαγική της κατάποσης, η κίνηση είναι μη αναστρέψιμη. Η κατάποση χωρίζεται σε κενή και υγρής ή στερεής τροφής. Επιπλέον, η κίνηση της κατάποσης είναι άμεσα συνυφασμένη με την σύγκλιση των δοντιών επειδή κατά την διάρκεια αυτής υπάρχουν επαφές μεταξύ των δοντιών. Κάτω από αυτό το πρίσμα η κατάποση αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη στο στάδιο των καταγράφων όπου τα δόντια έρχονται σε ελαφρά επαφή.<sup>20</sup>

Τελευταία αλλά εξίσου σημαντική κίνηση του στοματογναθικού συστήματος αποτελεί η ομιλία. Η ομιλία είναι ένα στοιχείο που διαχωρίζει ένα άτομο από ένα άλλο. Κατά τη διάρκεια της ομιλίας το πρόσωπο του κάθε ατόμου παίρνει χαρακτηριστικές εκφράσεις. Αυτές οι εκφράσεις είναι που διαφοροποιούν το κάθε άτομο προσφέροντας του μια ιδιαίτερη προσωπικότητα. Όπως και οι προηγούμενες κινήσεις έτσι και αυτή είναι

αποτέλεσμα συντονισμού πολλών συστημάτων για να πραγματοποιηθεί. Σημαντικά θεωρούνται τα δόντια στην ομιλία γιατί διαμορφώνουν την φώνηση του κάθε ατόμου. Διαφορετική κλίση και θέση συνεπάγεται διαφορετική φώνηση.<sup>20</sup>

### 1.1.1 Βασικά ανατομικά στοιχεία στοματογναθικού συστήματος (μυς-οστά)

- *Μυς*

Μπορούμε να συναντήσουμε τρεις τύπους μυϊκού ιστού. Αυτή η κατηγοριοποίηση του μυϊκού ιστού σε αυτές τις κατηγορίες γίνεται στηριζόμενοι στα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά:

1. Γραμμωτός ή σκελετικός μυϊκός ιστός
2. Λείος μυϊκός ιστός
3. Καρδιακός μυϊκός ιστός

Σε ότι αναφορά το στοματογναθικό σύστημα, οι μυς που σε ορισμένες λειτουργικές διαταραχές του στοματογναθικού συστήματος ευθύνονται, ανήκουν ιστολογικά στην κατηγορία του γραμμωτού ή σκελετικού μυ.<sup>20</sup>

Δυο κύριες κατηγορίες μυών είναι αυτοί που εμπλέκονται στις ενέργειες που εκτελεί το στοματογναθικό σύστημα. Αυτοί οι μυς χωρίζονται στους ανασπώντες (μυς που κλείνουν το στόμα) και κατασπώντες την κάτω γνάθο (μυς που ανοίγουν το στόμα), (Πίνακας 1). Δεν επαρκούν όμως μόνο αυτοί για την λειτουργία της μάσησης, συμμετέχουν, συνεργούν και άλλοι μύες του ΣΣ.<sup>7,20</sup>

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 <sup>20</sup>	
Ανασπώντες μύες	Κατασπώντες μύες
Μασητήρας	Έξω πτερυγοειδής
Έσω πτερυγοειδής	Άνω του υοειδούς οστού
Κροταφίτης	Κάτω του υοειδούς οστού

Τρεις είναι οι ανασπώντες μυς της κάτω γνάθου:

1. Μασητήρας
2. Έσω πτερυγοειδής
3. Κροταφίτης

**Ο μασητήρας** αποτελείται από δυο μοίρες. Η επιπλοκή εκφύεται από τα πρόσθια 2/3 του ζυγωματικού τόξου και πορευμένος πίσω και κάτω καταφύεται στην γωνία και στο πίσω τμήμα του σώματος της κάτω γνάθου. Η εν τω βάθει μοίρα είναι μικρότερη και εκφύεται από την εσωτερική επιφάνεια του ζυγωματικού τόξου και καταφύεται στην εξωτερική επιφάνεια του κλάδου της κάτω γνάθου. Όταν οι μασητήρες μυς και από τις δυο μεριές δρουν συγχρονισμένα είναι υπεύθυνοι για την ανάσπαση της κάτω γνάθου και δυνατό σφίξιμο δοντιών.<sup>7,20</sup>

**Ο έσω πτερυγοειδής** μυς εκφύεται από τον πτερυγοειδή βόθρο του σφηνοειδούς οστού και καταφύεται στην γωνία της κάτω γνάθου από την εσωτερική πλευρά. Ακολουθεί παράλληλα την ίδια πορεία με την επιπολής μοίρα του μασητήρα με την μόνη διαφορά ότι ο έσω πτερυγοειδής διαπερνά την έξω επιφάνεια της κάτω γνάθου. Η λειτουργία αυτών των μυών είναι όμοια με των μασητήρων.<sup>7,20</sup>

**Ο κροταφίτης** μυς εκφύεται από τον κροταφικό βόθρο και την κροταφική περιτονία και καταφύεται στην κορωνοειδή απόφυση της κάτω γνάθου. Όταν οι κροταφίτες μυς και από τις δυο μεριές λειτουργούν ταυτοχρόνως είναι υπεύθυνοι για την ανάσπαση της κάτω γνάθου και τοποθετούν τους κονδύλους προς τα πίσω.<sup>7,20</sup>

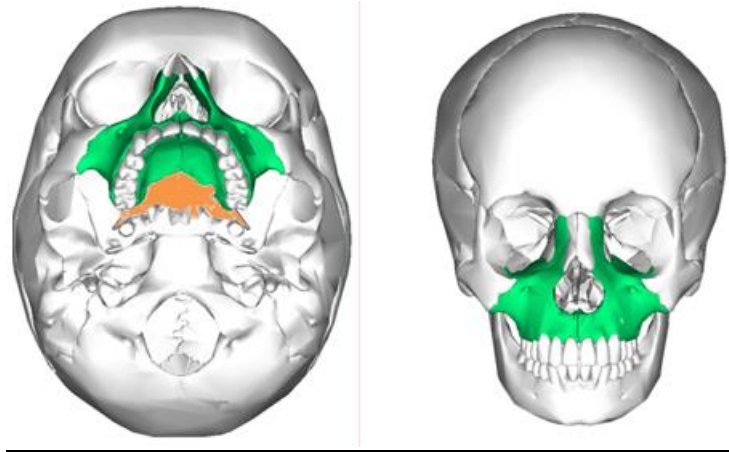
Οι κατασπώντες της κάτω γνάθου μυς περιλαμβάνουν τις δυο μοίρες του **έξω πτερυγοειδή μυ**, την άνω και την κάτω καθώς και τους άνω και κάτω μυς του υοειδές οστού. Η άνω μοίρα είναι μικρότερη και εκφύεται από το σφηνοειδές οστό. Η κάτω μοίρα είναι μεγαλύτερη και εκφύεται και αυτή από το σφηνοειδές οστό. Η ταυτόχρονη σύσπαση των μυών αυτών και από τις δυο πλευρές ωθεί την κάτω γνάθο προς τα εμπρός.<sup>7,20</sup>

Το υοειδές οστό είναι το μόνο οστού του ανθρώπου το οποίο δεν αρθρώνει με άλλα οστά. Οι άνω μυς του υοειδούς είναι ο διγαστορας, ο γενειοϋοειδής, ο γναθοϋοειδής και ο βελονοϋοειδής. Οι άνω του υοειδές οστού μύες ενεργούν στην κατάσπαση της κάτω γνάθου ενώ παραμένουν ανενεργοί κατά την ανάσπαση. Οι κάτω του υοειδούς μύες με αρωγό τους άνω του υοειδούς οστού μύες ακινητοποιούν το υοειδές οστό και είναι ο θυρεοϋοειδής, στερνοϋοειδής, στερνοθυρεοειδής, ωμοϋοειδής.<sup>7,20</sup>

- **Οστά**

### **ΑΝΩ ΓΝΑΘΟΣ**

Η άνω γνάθος σε αντίθεση με την κάτω γνάθο παρουσιάζεται ακίνητη μέσα στο ΣΣ. Απαρτίζεται από δυο οστά, τα οποία είναι και τα δυο διφυή οστά. Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από τα 2 οστά της άνω γνάθου που δημιουργούν δυο φατνιακές αποφύσεις και τα δυο υπερώια οστά. Η ένωσή των δυο αυτών οστών με λοιπά οστά του κρανίου δημιουργούν την στοματική κοιλότητα, τους οφθαλμικούς κόγχους αλλά και την ρινική κοιλότητα. Εκτός από τα οστά, η άνω γνάθος αποτελείται και από αποφύσεις. Οι αποφύσεις της άνω γνάθου είναι τέσσερις και είναι οι: ζυγωματική, μετωπιαία, υπερώια και φατνιακή. Η σύνδεση των φατνιακών και υπερώιων αποφύσεων δημιουργεί την υπερώιο ραφή. Τέλος στην άνω γνάθο βρίσκεται μια αεροφόρος κοιλότητα γνωστή ως ιγμόρειο άντρο (ΕΙΚ.3).<sup>20</sup>



Εικόνα 3: Άνω γνάθος.<sup>20</sup>

### ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΣ

Η κάτω γνάθος σε αντίθεση με την άνω γνάθο αποτελείται από ένα οστό το οποίο είναι κινητό. Ενώνεται αμφοτερόπλευρα με τις δυο κροταφογναθικές διαρθρώσεις στο κρανίο. Απαρτίζεται από το σώμα και τους δυο κλάδους. Κάθε κλάδος διαθέτει δυο αποφύσεις, τον κόνδυλο και την κορωνοειδή. Παρουσιάζει δυο χείλη, το άνω το οποίο συγκροτεί την φατνιακή απόφυση και το κάτω, την βάση. Επιπλέον διαθέτει δυο όψεις την έσω και την έξω (ΕΙΚ.4).<sup>20</sup>

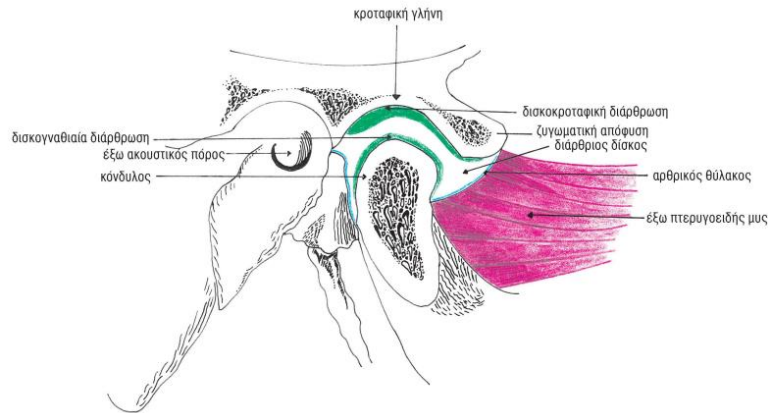


Εικόνα 4: Κάτω γνάθος.<sup>20</sup>

### ΚΡΟΤΑΦΟΓΝΑΘΙΚΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ (ΚΓΔ)

Οι κροταφογναθικές διαρθρώσεις συνδέουν την κάτω γνάθο με το κρανίο και συγκεκριμένα με την κροταφική γλήνη του λεπιδοειδούς οστού. Λειτουργούν πάντα ταυτόχρονα και οι δυο αρθρώσεις και ποτέ μόνο η μια.<sup>7</sup>

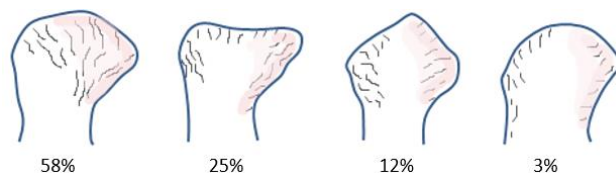
Η κροταφογναθική διάρθρωση αποτελείται από την κάθε μεριά από: τον κόνδυλο, την κροταφογναθική γλήνη, τον διάρθριο δίσκο, τον αρθρικό θύλακο, το πρόσθιο αρθρικό φύμα, συνδέσμους, αγγεία και νεύρα. Από αυτά τα οστικά μέρη που την αποτελούν είναι: η κροταφική γλήνη με το πρόσθιο αρθρικό φύμα και ο κόνδυλος της κάτω γνάθου (ΕΙΚ.5).<sup>7</sup>



Εικόνα 5: Κροταφογναθική διάρθρως.<sup>7,20</sup>

Η εξωτερική μορφή της **κροταφικής γλήνης** είναι ωοειδής έτσι ώστε να προσφέρει στον κόνδυλο άνεση κινήσεων και χωρίζεται σε δυο μοίρες: πρόσθια και οπίσθια. Χωροταξικά βρίσκεται μπροστά από τον έξω ακουστικό πόρο. Εντύπωση κάνει το γεγονός ότι αν και ο κόνδυλος και το πίσω μέρος του διάρθριου δίσκου εντοπίζονται μέσα στην κροταφική γλήνη ωστόσο αυτή δεν λαμβάνει μέρος ενεργά στη λειτουργία της άρθρωσης.<sup>7</sup>

**Ο κόνδυλος** είναι το πιο ακραίο έπαρμα της κονδυλοειδούς απόφυσης της κάτω γνάθου και φέρει μεγάλη ποικιλία σε ότι αφορά το σχήμα του. Η άνω επιφάνεια του κατά μετωπιαίο επίπεδο είναι δυνατόν να συναντηθεί σε τέσσερα σχήματα. Το σχήμα που συναντάται περισσότερο είναι το κυρτό με αναλογία 58%, ακολουθεί το επίπεδο με αναλογία 25%, το γωνιώδες με 12% και τέλος το υποστρόγγυλο με 3%. Εκτός από το σχήμα, οι κόνδυλοι παρουσιάζουν ποικιλία και στα μεγέθη που μπορούν να συναντηθούν. Αυτό το φαινόμενο όπου οι κόνδυλοι μπορεί να είναι ανόμοιοι στο μέγεθος και στο σχήμα, συναντάται και στην μορφολογία των κροταφογναθικών γληνών η οποία δεν ταυτίζεται. Το σχήμα του κονδύλου μπορεί να διαφέρει και στο ίδιο το άτομο. Το μόνο σχήμα κονδύλου που εντοπίζεται ίδιο και στις δυο πλευρές της κροταφογναθικής διάρθρωσης είναι το υποστρόγγυλο (ΕΙΚ.6). Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι το σχήμα του κονδύλου επηρεάζει τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Ο κόνδυλος μπορεί να ψηλαφιστεί σε απόσταση 13 χιλιοστά από τον τράγο του αυτιού και έχει μήκος 15-20 χιλιοστά και πλάτος 8-10 χιλιοστά περίπου.<sup>3,7</sup>



Εικόνα 6: Σχήματα κονδύλων.<sup>7,20</sup>

**Ο διάρθριος δίσκος ή χόνδρος** παρεμβάλλεται μεταξύ των οστικών μερών της κροταφογναθικής διάρθρωσης. Ο διάρθριος δίσκος χωρίζει την κροταφογναθική διάρθρωση σε δυο μέρη. Στο άνω μέρος ο δίσκος και ο κόνδυλος λειτουργούν ως ένα ενιαίο σώμα κατά την διάρκεια των κινήσεων κατολίθησης και μετατόπισης της κάτω



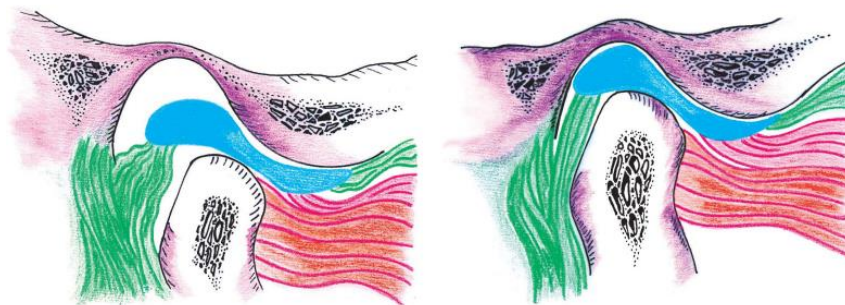
γνάθου. Στο κάτω μέρος υπάρχει απευθείας επαφή κονδύλου με τον διάρθριο δίσκο επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο κινήσεις περιστροφής.<sup>3,7</sup>

Ένα ανατομικό στοιχείο το οποίο συνθέτει τον διάρθριο δίσκο και αξίζει να σημειωθεί είναι η **δίστιβη ζώνη**, η οποία αποτελείται από δυο στιβάδες. Προς τα εμπρός ο δίσκος προσφύεται στην άνω μοίρα του έξω πτερυγοειδούς μυός. Η άνω μοίρα λειτουργεί κατά την ανάσπαση της κάτω γνάθου ενώ κατά την κατάσταση παραμένει αδρανής και η κάτω μοίρα του έξω πτερυγοειδούς λειτουργεί κατά την κατάσπαση της κάτω γνάθου ενώ παραμένει αδρανής κατά την ανάσπαση. Αυτό το φαινόμενο έχει ως αποτέλεσμα την ομαλή λειτουργία και όχι την απότομη επαναφορά του δίσκου στην φυσιολογική του θέση. Όταν το στόμα είναι κλειστό η φυσιολογική θέση του κονδύλου είναι στο πίσω χείλος του διάρθριου δίσκου (ΕΙΚ.7).<sup>3,7</sup>

**Ο αρθρικός θύλακος** περικλείει την κροταφογναθική διάρθρωση και στηρίζει τις αρθρικές επιφάνειες. Ο αρθρικός θύλακος μπροστά συνδέεται με το διάρθριο δίσκο και πίσω με την δίστιβη ζώνη. Με αυτόν τον τρόπο ο κόνδυλος με τον δίσκο κινούνται μπροστά. Ο αρθρικός θύλακος είναι αρμόδιος για την κατανομή του αρθρικού υγρού. Κατά τη θέση ανάσπασης της κάτω γνάθου το υγρό κατανέμεται τόσο μπροστά όσο και πίσω από το διάρθριο δίσκο. Ωστόσο όταν η κάτω γνάθος μετακινείται μπροστά και κάτω, το αρθρικό υγρό συσσωρεύεται προς τα πίσω παίρνοντας το σχήμα του αρθρικού θυλάκα διατηρώντας με αυτόν τον τρόπο υγρές τις αρθρικές επιφάνειες.<sup>3,7</sup>

**Το πρόσθιο αρθρικό φύμα** φέρεται προς την ίδια κατεύθυνση με τον κόνδυλο της κάτω γνάθου και δημιουργείται από την βάση της ζυγωματικής απόφυσης. Θα μπορούσε να θεωρηθεί ως το πρόσθιο κομμάτι της κροταφογναθικής γληνης.<sup>21</sup>

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χρήσιμος είναι και ο ρόλος των συνδέσμων στην κροταφογναθική διάρθρωση. Οι σύνδεσμοι της κροταφογναθικής άρθρωσης είναι ο σφηνογναθικός, ο κροταγογναθικός, ο αγκιστρογναθικός και ο βελονογναθικός. Ο ρόλος τους είναι να περιορίζουν τις κινήσεις της κάτω γνάθου ενισχύοντας την άρθρωση και χωρίς να παρεμβαίνουν στις κινήσεις της κάτω γνάθου.<sup>3</sup>



Εικόνα 7: Οβελιαία διατομή κροταφογναθικής διάρθρωσης.<sup>7</sup>

### 1.1.2 Κινησιολογία της κάτω γνάθου

Οι κινήσεις του κονδύλου μέσα στην κροταφογναθική διάρθρωση είναι καθορισμένες και είναι δυο. Μπορεί να διαγράψει κινήσεις περιστροφής, να στραφεί δηλαδή γύρω από τον δικό του άξονα και κινήσεις ολίσθησης, στις οποίες κινήσεις το σώμα ολισθαίνει πάνω σε έναν από τους βασικούς άξονες του. Σύμφωνα με τον Boucher οι κινήσεις συστροφής εκτελούνται στον άνω θάλαμο της κροταφογναθικής διάρθρωσης και μόνο.<sup>3,7,21</sup>

Οι κινήσεις που μπορεί να διαγράψει η κάτω γνάθος είναι οι παρακάτω:

#### *Κατάσπαση*

Στην αρχή της κίνησης αυτής και όταν η κάτω γνάθος απέχει 3 χιλιοστά από την άνω γνάθο οι κόνδυλοι κάνουν περιστροφική κίνηση γύρω από τον άξονά τους. Έπειτα σε μεγαλύτερη απόσταση της κάτω γνάθο από την άνω οι κόνδυλοι διαγράφουν δυο κινήσεις, περιστροφική γύρω από τον άξονά τους και ταυτόχρονα ολίσθηση προς τα κάτω και μπροστά, μεταφέροντας προς αυτό το σημείο και την κάτω γνάθο αντίστοιχα. Η κίνηση ολίσθησης δημιουργεί μια κλίση στην τροχιά του κονδύλου σε σχέση με το επίπεδο Φρανκφούρτης και κατά συνέπεια μια γωνία που ονομάζεται γωνία της κονδυλικής τροχιάς. Η κατάσπαση είναι μια κίνηση της κάτω γνάθου με αφετηρία την κεντρική σχέση/θέση αυτής.<sup>3,7,21</sup>

#### *Ανάσπαση*

Αφετηρία της κίνησης αυτής είναι η μέγιστη κατάσπαση. Καθώς ο χώρος ανάμεσα στους δυο φραγμούς αρχίζει να μειώνεται οι κόνδυλοι πραγματοποιούν περιστροφική κίνηση. Έπειτα ακολουθεί μια ταυτόχρονη περιστροφική και καμπυλόγραμμη κίνηση και τέλος περιστροφική. Τα ανταγωνιστά δόντια έρχονται σε πλήρη συγγόμφωση μεταξύ τους.<sup>3,7,21</sup>

#### *Προολίσθηση*

Είναι η καμπυλόγραμμη κίνηση της κάτω γνάθου προς τα εμπρός. Κατά την κίνηση αυτή οι κοπτικές επιφάνειες των κάτω προσθίων δοντιών ολισθαίνουν στις υπερώιες επιφάνειες των άνω προσθίων δοντιών έως ότου συναντηθούν τα άνω με τα κάτω πρόσθια δόντια σε θέση κοπτική προς κοπτική. Η τροχιά αυτή λέγεται τομική τροχιά και η γωνία που σχηματίζει αυτή τομική γωνία. Η επαναφορά της κάτω γνάθου από την θέση προολίσθησης γίνεται όταν η κάτω γνάθος έρθει σε μέγιστη συγγόμφωση.<sup>3,7,21</sup>

#### *Πλαγιολίσθηση*

Αφετηρία και για αυτή τη κίνηση αποτελεί η κεντρική σχέση. Ο κόνδυλος που βρίσκεται στην πλευρά όπου πραγματοποιείται η πλαγιολίσθηση της κάτω γνάθου ονομάζεται λειτουργών ή εργαζόμενος και η πλευρά προς την οποία μετατοπίζεται η κάτω γνάθος λέγεται εργαζόμενη. Η αντίθετη προς τη λειτουργούσα πλευρά μετακίνησης της κάτω γνάθου ονομάζεται μη εργαζόμενη ή αντιρροπούσα πλευρά και ο κόνδυλος μη εργαζόμενος ή αντιρροπών.<sup>3,7,21</sup>

Κατά την πλαγιολίσθηση ο **εργαζόμενος** κόνδυλος αρχικά περιστρέφεται οριζόντια στον δίσκο γύρω από τον κάθετο άξονα και μετά μετατοπίζεται. Ο **μη εργαζόμενος** κόνδυλος κινείται προς τα κάτω μέσα και μπροστά περιστρεφόμενος ταυτόχρονα στο διάρθριο δίσκο. Όταν ο αντιρροπών κόνδυλος κινείται προς τα εμπρός, κάτω και μέσα κατά την πλαγιολίσθηση της κάτω γνάθου, η κίνηση του προς τα μέσα περιορίζεται από το έσω κράσπεδο της κροταφικής γλήνης. Οι πλάγιες κινήσεις του αντιρροπούντος κονδύλου προσδιορίζουν την κίνηση Bennet ή πλάγια μετακίνηση ή αναπήδηση του κονδύλου της εργαζόμενης πλευράς. Η κίνηση αυτή μπορεί να είναι διαφορετική από άτομο σε άτομο αλλά και στο ίδιο άτομο μπορεί να διαφέρει στους δυο κονδύλους. Η τροχιά του μη εργαζόμενου κονδύλου σχηματίζει γωνία με το οβελιαίο επίπεδο, την λεγόμενη γωνία Bennett.<sup>3,7,21</sup>

### 1.1.3 Λειτουργικές θέσεις της κάτω γνάθου

Οι κινήσεις της κάτω γνάθου έχουν άμεση σχέση με τη μορφολογία της σύγκλεισης των δοντιών και όλες έχουν ως αφετηρία τέσσερις βασικές θέσεις:

#### **Κεντρική σχέση της κάτω γνάθου**

Σε αυτήν την κατάσταση οι κόνδυλοι εντοπίζονται στην πιο πάνω, μπροστά και μέσα θέση στην κροταφική γλήνη. Πιστεύεται επίσης ότι αυτή είναι η θέση αξονικής περιστροφής της κάτω γνάθου. Είναι μια θέση σταθερή και αναπαραγώγιμη για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα ανεξάρτητα από την παρουσία ή απουσία δοντιών. Σε αυτήν την θέση μπορούν να πραγματοποιηθούν αβίαστα κινήσεις κατάσπασης, πλάγιες και κατάποση.<sup>3,7</sup>

#### **Κεντρική σύγκλειση**

Είναι η θέση όπου τα δόντια του ενός φραγμού συναρμόζουν μεταξύ τους με τα δόντια του απέναντι φραγμού. Με άλλα λόγια, είναι η πρώτη επαφή ή/και επαφές δοντιών ανταγωνιστών ανάμεσα στους δυο οδοντικούς φραγμούς όταν η κάτω γνάθος είναι σε κεντρική σχέση ως προς την άνω γνάθο. Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει ξεκάθαρο ότι η κεντρική σχέση είναι σχέση γνάθων, οστών δηλαδή ενώ η κεντρική σύγκλειση είναι σχέση δοντιών και συναντάται μόνο εάν υπάρχουν δόντια στον οδοντικό φραγμό και κατά συνέπεια στο στόμα.<sup>3,7</sup>

#### **Μέγιστη συγγόμφωση**

Η θέση της κεντρικής σύγκλεισης όπως περιγράφηκε παραπάνω μπορεί να μετατραπεί σε μέγιστη συγγόμφωση αν η επαφή ή/και επαφές μεταξύ των δοντιών είναι οι μέγιστες δυνατές. Η θέση αυτή θεωρείται η πιο κοινή θέση που μπορεί να απαντηθεί στην κάτω γνάθο μεταξύ ανταγωνιστών δοντιών αφού συνήθως σε αυτή καταλήγουν πολλά άτομα ολοκληρώνοντας τον μασητικό κύκλο ή έπειτα από κατάποση. Οι επαφές γομφίων και προγομφίων σε αυτή τη θέση ονομάζονται επαφές μέγιστης συγγόμφωσης και διατηρούν σταθερή την κάθετη διάσταση του προσώπου. Τα φύματα τα οποία παίρνουν

μέρος σε αυτή την υποστήριξη της κάθετης διάστασης, ονομάζονται λειτουργικά ή υποστήριξης και είναι τα υπερώια για την άνω γνάθο και τα παρειακά για την κάτω.<sup>3,7</sup>

### **Θέση ανάπαυσης**

Η θέση στην οποία η κάτω γνάθος βρίσκεται σε ανάπαυση και δεν υπάρχουν επαφές μεταξύ των ανταγωνιστών δοντιών. Οι κόνδυλοι είναι σε ουδέτερη θέση. Η θέση ανάπαυσης είναι η θέση που συναντάται η κάτω γνάθος μετά την κατάποση.<sup>3,7</sup>

## **1.2 ΟΔΟΝΤΟΦΥΪΑ**

Τα δόντια είναι οι σκληρές προεξοχές της στοματικής κοιλότητας. Είναι τοποθετημένα μέσα σε φατνιακές αποφύσεις. Οι φατνιακές αποφύσεις έχουν σχήμα τόξου και μετά την απώλεια των δοντιών μετονομάζεται σε υπολειμματική φατνιακή ακρολοφία. Τα δόντια επίσης χρησιμοποιούν οδοντικούς φραγμούς με τον τρόπο τον οποίο διατάσσονται. Είναι όργανα του ανθρώπινου σώματος τα οποία είναι χρήσιμα με ποικίλους τρόπους. Αρχικά ως όργανα του πεπτικού συστήματος βοηθούν στην μάσηση, με κυρίως λειτουργίες αυτών την λειοτρίβηση και την κατάτμηση των τροφών. Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αισθητική εμφάνιση ενός ατόμου αφού καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος από την πρόσθια περιοχή του προσώπου. Παράλληλα βοηθούν έτσι ώστε ο άνθρωπος να έχει σωστή προφορά λέξεων και γραμμάτων. Τέλος συνεισφέρει στην κατάποση της τροφής με όσο πιο ομαλό τρόπο γίνεται με σκοπό την αποφυγή κακώσεων στους παρακείμενους ιστούς.<sup>22</sup>

Τα δόντια ταξινομούνται ανάλογα με το σχήμα τους σε: τομείς, κυνόδοντες, προγομφίους και γομφίους. Στην στοματική κοιλότητα βρίσκονται 8 τομείς, αναλογούν 4 σε κάθε γνάθο, 2 πλάγιοι για την άνω, 2 πλάγιοι για την κάτω και από 2 κεντρικούς ανάλογα σε κάθε γνάθο. Η κύρια λειτουργία τους είναι να σχίζουν και να κόβουν την τροφή. Ακολουθώντας την πορεία του οδοντικού τόξου συναντάμε τους κυνόδοντες. Υπάρχουν 4 κυνόδοντες από 2 σε κάθε γνάθο και συνεχίζουν το έργο των τομέων σχίζοντας πιο πολύ την τροφή. Μαζί με τους τομείς αποτελούν τα πρόσθια δόντια. Στην σειρά έπονται οι προγόμφιοι. Είναι 8 στον αριθμό και αναλογούν 4 σε κάθε γνάθο. Έχουν πλατιά επιφάνεια και ο ρόλος τους είναι να κατατρίβουν και να αλέθουν την τροφή. Τέλος στον οδοντικό φραγμό συναντάμε τους γομφίους. Είναι σύνολο 12, 6 για κάθε γνάθο. Ο κύριος ρόλος τους είναι η άλεση και η λειοτρίβηση της τροφής. Οι γομφίοι μαζί με τους προγομφίους αποτελούν τα οπίσθια δόντια. Έχουν πολλές ρίζες και μεγάλη πλατιά επιφάνεια. Η οδοντοφυΐα που μόλις περιγράφηκε παραπάνω ονομάζεται μόνιμη. Υπάρχουν ακόμα δυο οδοντοφυΐες. Η νεογιλή οδοντοφυΐα, η οποία έχει 20 δόντια, 10 σε κάθε φραγμό. Κάθε νεογιλός φραγμός έχει 4 τομείς, 2 κυνόδοντες, 4 γομφίους. Όταν στον οδοντικό φραγμό υπάρχουν τόσο νεογιλά όσο και μόνιμα δόντια η οδοντοφυΐα χαρακτηρίζεται ως μικτή.<sup>22</sup>

Κάθε δόντι έχει συγκεκριμένη θέση στον οδοντικό φραγμό και η οποία καθορίζεται από την γνάθο και από το ημιμόριο στο οποίο βρίσκεται. Η μέση γραμμή του προσώπου

διαίρει το πρόσωπο και κατά συνέπεια και κάθε γνάθο σε δεξί και αριστερό ημιμόριο. Εκτός από τη μέση γραμμή υπάρχει και μια νοητή οριζόντια γραμμή η οποία σχηματίζει 4 ημιμόρια: αριστερό άνω, αριστερό κάτω, δεξί άνω, δεξί κάτω. Το κάθε τριτημόριο έχει τον ίδιο αριθμό δοντιών. Υπάρχουν δυο συχνά χρησιμοποιούμενα συστήματα κωδικοποίησης των δοντιών. Σύμφωνα με το σύστημα Palmer το άνω δεξιό τριτημόριο συμβολίζεται με UR, άνω αριστερό με UL, κάτω δεξιά LR, κάτω αριστερά LL. Κάθε τριτημόριο έχει αφητηρία τον κεντρικό τομέα με τον αριθμό 1 και καταλήγει στον αριθμό 8 που συμβολίζει τον τρίτο γομφίο. Για να προσδιοριστεί ένα δόντι δηλαδή αρκεί να δηλωθεί το τριτημόριο στο οποίο βρίσκεται και ο αριθμός του. Σύμφωνα με το σύστημα FDI, κάθε δόντι για να προσδιοριστεί χρειάζεται ένα διψήφιο αριθμό. Ο πρώτος αριθμός αντιστοιχεί στο τεταρτημόριο και ο δεύτερος αντιστοιχεί στην σειρά που έχει αυτό το δόντι στο τεταρτημόριο αυτό. Η αρίθμηση για τα τεταρτημόρια ξεκινά με τον αριθμό 1 για το άνω δεξιά, 2 για το άνω αριστερά, 3 για το κάτω δεξιά και 4 για το κάτω αριστερά. Η παραπάνω αριθμήσεις αφορούν μόνο την μόνιμη οδοντοφυΐα. Η αρίθμηση διαφέρει για την νεογιλή οδοντοφυΐα καθώς για το άνω δεξί αντιστοιχεί ο αριθμός 5, για το άνω αριστερό ο αριθμός 6, κάτω αριστερά ο 7, κάτω δεξιά το 8.<sup>22</sup>

### *1.2.1 Θέσεις και αξονικές κλίσεις δοντιών*

Η θέση και η αξονική κλίση των δοντιών έχουν προσδιοριστεί εκ γενετής. Εκτός των γενετικών παραγόντων η θέση και η κλίση επηρεάζεται και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η θέση των δοντιών επηρεάζεται από τους περιβάλλοντες ιστούς που ευρίσκονται στην στοματική κοιλότητα. Τέτοιοι ιστοί είναι οι μύες, η γλώσσα, οι παρειές και τα χείλη. Η περιοχή στην οποία οι παρειογλωσσικές ισοδυναμούν με τις χειλιογλωσσικές δυνάμεις λέγεται ουδέτερη ζώνη. Η υπερέκφυση των δοντιών αναστέλλεται από την ύπαρξη δοντιών στον αντίθετο οδοντικό φραγμό. Αυτές οι συγκλεισιακές επαφές όχι μόνο δεν επιτρέπουν την υπερέκφυση των δοντιών αλλά συγκρατούν σταθερή την κλίση των δοντιών. Οι πιο ευνοϊκές δυνάμεις που μπορούν να δεχτούν τα δόντια κατά τη μάσηση είναι αυτές οι οποίες μεταβιβάζονται σ' αυτά παράλληλα και κοντά στον επιμήκη άξονα τους.

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω η κατανομή των δοντιών τα διατάσσει σε δυο οδοντικά τόξα διαμορφώνοντας με αυτόν τον τρόπο τους οδοντικούς φραγμούς. Η διάταξη των δοντιών στον οδοντικό φραγμό δημιουργεί δυο καμπύλες. Η μια καμπύλη ονομάζεται καμπύλη του Sree και συναντάται στο οβελιαίο επίπεδο. Καθορίζει τον πρόσθιο οδηγό και περνά νοητά από το κοπτικό τριτημόριο των κυνοδόντων και από τις κορυφές των παρειικών φυμάτων των προγομφίων και γομφίων. Η δεύτερη είναι η καμπύλη Wilson και συναντάται στο μετωπιαίο επίπεδο. Η καμπύλη Wilson καθορίζει την ομαλή πλαγιολίσθηση χωρίς παρεμβολές στον αντιρροπών κόνδυλο (μη εργαζόμενη πλευρά) και περνάει νοητά από τις κορυφές των παρειικών και γλωσσικών φυμάτων των οπίσθιων δοντιών. Είναι κυρτές για την άνω γνάθο και κοίλες για την κάτω.<sup>20</sup>

Οι κλίσεις των δοντιών διαφέρουν από άτομο σε άτομο. Ωστόσο οι κλίσεις των δοντιών διαφέρουν στα οδοντικά τόξα τόσο παρειογλωσσικά όσο και εγγύς-άπω. Στα πρόσθια δόντια οι μασητικές δυνάμεις δεν είναι και οι πιο ευνοϊκές τουναντίον τείνουν να μετακινήσουν τα δόντια χειλικά όμως αντιρροπούνται από τα χείλη. Η μόνη χρήση των προσθίων δοντιών είναι η διάτμηση της τροφής.<sup>2</sup>

### *1.2.2 Τα δόντια και η επίδρασή τους στην αισθητική του προσώπου*

Η αισθητική είναι κάτι υποκειμενικό. Το τι είναι όμορφο για κάθε άτομο διαφέρει. Υπάρχουν όμως και μερικοί κανόνες οι οποίοι όλοι θα συμφωνήσουν ότι αν εναρμονιστούν θα βελτιώσουν μια εικόνα παρά θα την χαλάσουν. Παράδειγμα αποτελεί το χρώμα των δοντιών. Τα λευκά δόντια φαίνονται πιο όμορφα, κάνουν το χαμόγελο πιο λαμπερό και το άτομο που τα διαθέτει γεμάτο αυτοπεποίθηση. Αντιθέτως όταν ένα άτομο έχει τερηδονισμένα ή μορφολογικά κατεστραμμένα δόντια νιώθει μειονεκτικά στο να τα επιδεικνύει και μειώνεται η αυτοπεποίθησή του. Για αυτό το λόγο στις μέρες μας ο ασθενής νοιάζεται για την αισθητική απόδοση μιας αποκατάστασης στον ίδιο βαθμό θα τολμούσε κάποιος να πει με την λειτουργική απόδοση.<sup>23</sup>

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω υπάρχουν κάποιες αρχές αισθητικής οι οποίες είναι γενικά αποδεκτές. Αρχικά τα δόντια πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένη σχέση ως προς το εύρος τους. Η χρυσή αναλογία όταν εφαρμοστεί σε μια οδοντοφυΐα και ιδιαίτερα στα έξι πρόσθια δόντια προσφέρει μια αισθητική σύνθεση.<sup>23</sup>

Ως μέση γραμμή του προσώπου ορίζεται η νοητή γραμμή η οποία έχει ως αφετηρία το μέτωπο του προσώπου, συνεχίζει κάθετα προς την διακορική γραμμή, το άκρο της μύτης και το φίλτρο του άνω χείλους μέχρι να καταλήξει στο πηγούνι χωρίζοντας το πρόσωπο σε δυο ίσα μέρη.<sup>24,25,26</sup>

Μέση γραμμή συναντάται και στα δόντια και των δυο οδοντικών φραγμών. Ως μέση γραμμή ορίζεται η νοητή γραμμή η οποία περνάει ανάμεσα από τους κεντρικούς τομείς για την κάτω γνάθο. Για την άνω γνάθο η μέση γραμμή των δοντιών είναι εκείνη η οποία ιδανικά περνάει από την τομική θηλή και διερχομένη οριζόντια περνάει από την μεσότητα των πρόσθιων τομέων ή εκείνη που περνάει από τον χαλινό και διερχομένη οριζόντια περνάει από την μεσότητα των δυο κεντρικών. Για να υπάρξει το απόλυτα αισθητικό χαμόγελο η άνω και η κάτω μέση γραμμή των δοντιών θα πρέπει να ταυτίζονται. Παρατηρώντας το χαμόγελο κάποιου ατόμου τα άνω πρόσθια δόντια είναι πιο επιβλητικά σε σύγκριση με τα δόντια του αντίθετου φραγμού.<sup>24,25,26,27</sup>

Κάθε δόντι εκτός από τα τελευταία κάθε οδοντικού φραγμού έρχεται σε επαφή τόσο εγγύς όσο και άπω με το παρακείμενο. Η περιοχή επαφής των δοντιών ονομάζεται μεσοδόντια επιφάνεια επαφής. Το σημείο κατάληξης των μεσοδόντιων επιφανειών επαφής ονομάζεται μεσοδόντιο σημείο επαφής. Από αυτό γίνεται αντιληπτό ότι τα δόντια από το σημείο επαφής έως το κοπτικό τριτημόριο δεν βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους.

Το σημείο επαφής των άνω προσθίων τομέων βρίσκεται πιο κοπτικά ενώ το σημείο επαφής μεταξύ πλάγιου και κυνόδοντα πιο αυχενικά. Για να εξασφαλίζεται αισθητικά η άνω πρόσθια περιοχή θα πρέπει στο αριστερό και στο δεξί ημιμόριο να υπάρχει συμμετρία.<sup>25,26,27,28</sup>

Κάθε δόντι στον οδοντικό φραγμό έχει την δικιά του θέση και το δικό του μέγεθος. Στους άνω τομείς όμως η θέση τους, κάνει πιο επιβλητική την παρουσία τους στον οδοντικό φραγμό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δοντία.<sup>25,26,27,28</sup>

Πέρα από αυτές τις αρχές οι οποίες προσδίδουν αισθητική και πρέπει να διατηρούνται σε μια οδοντική σύνθεση στην οδοντική αισθητική η συμμετρία ή ισορροπία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Για να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στα δόντια γίνεται προσπάθεια για δημιουργία παρόμοιων και όχι ταυτοσήμων στοιχείων. Τα ταυτόσημα στοιχεία φαίνονται ψεύτικα ενώ τα παρόμοια φαντάζουν φυσικά. Επιθυμητή είναι και η αρμονία των αυχένων των δοντιών αλλά και η μεσοδόντια θηλή η οποία θα πρέπει να τοποθετείται στο 40-50% του μήκους των άνω προσθίων δοντιών. Τέλος επιθυμητή είναι και η αρμονία στα σημεία επαφής των δοντιών. Η καταλληλότερη επαφή κρίνεται αυτή που τοποθετείται στη μέγιστη περίμετρο και ταυτίζεται στο 1/3 του αυχενοκοπτικού μήκους στα πρόσθια δόντια.<sup>23</sup>

Η αισθητική απόδοση του χαμόγελου εκτός από όλα τα παραπάνω επηρεάζεται και από τον βαθμό που τα πρόσθια δόντια εμφανίζονται σε αυτό. Σε μερικά άτομα εμφανίζονται και οι περιοδοντικοί ιστοί όχι μόνο τα δόντια. Με βάση λοιπόν τον βαθμό αποκάλυψης της μύλης των δοντιών συναντάμε τρεις τύπους χαμόγελου. Στο ουλικό χαμόγελο αποκαλύπτεται όλη η μύλη των δοντιών αλλά και οι περιοδοντικοί ιστοί σε ποσοστό 75%. Θεωρείται η πιο δύσκολη περίπτωση για αισθητικές αποκαταστάσεις. Ο δεύτερος τύπος είναι το λεγόμενο φυσιολογικό χαμόγελο, όπου αποκαλύπτεται η μύλη των δοντιών και σε σπάνιες περιπτώσεις μέρος των προσπεφυκόντων ούλων. Αυτός ο τύπος χαμόγελου πιστεύεται ότι είναι ο πιο αισθητικά αποδεκτός τόσο σε άντρες όσο και σε γυναίκες. Τέλος βρίσκουμε το οδοντικό χαμόγελο. Σε αυτόν τον τύπο το μέρος που εμφανίζεται είναι οι μύλες των δοντιών. Αυτός ο τύπος θεωρείται ο πιο κατάλληλος για αισθητικές αποκαταστάσεις. Ο πιο συχνός τύπος χαμόγελου που συναντάται σε ποσοστό 70% είναι ο φυσιολογικός, έπεται με ποσοστό 20% ο οδοντικός και τέλος ο ουλικός τύπος σε ποσοστό 10%.<sup>23</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΣΥΓΚΛΕΙΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ

### 2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ - ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΣΥΓΚΛΕΙΣΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Με τον όρο σύγκλειση ορίζουμε οποιαδήποτε επαφή μεταξύ των δοντιών κατά την διάρκεια των κινήσεων που εκτελούνται από την κάτω γνάθο. Η σύγκλειση είναι ένας όρος ο οποίος βρίσκει εφαρμογή τόσο στον φυσικό φραγμό όσο και στον τεχνητό φραγμό. Η σύγκλειση όμως είναι ένας ευρύτερος όρος ο οποίος δεν έχει εφαρμογή μόνο στον οδοντικό φραγμό. Σε αυτήν εμπεριέχονται οι κινήσεις που εκτελεί η κάτω γνάθος αλλά ακόμα περιγράφει και την εξάρτηση αυτής από την κροταφογναθική διάρθρωση σε στατική και λειτουργική θέση.<sup>7,29</sup>

Σήμερα ο οδοντίατρος και ο οδοντικός τεχνολόγος καλούνται να αντιμετωπίσουν αποκλίσεις στην σύγκλειση ενός οδοντικού φραγμού από αυτές που θεωρούνται ως φυσιολογικές ή ιδανικές. Αυτές οι ανωμαλίες μπορεί να ισχυριστεί κάποιος ότι είναι φυσιολογικές αφού απαντώνται πιο συχνά σε έναν οδοντικό φραγμό. Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι σπάνια αυτές οι οδοντικές αποκλίσεις είναι υπεύθυνες για ασθένειες των δοντιών και στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν αποτελούν αιτία για την κακή λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος. Η σύγκλειση ενός ατόμου μπορεί να διαφέρει σημαντικά από μια σύγκλειση που ορθοδοντικά θα έκρινε κάποιος ως ιδανική. Παράλληλα αυτή η σύγκλειση δεν είναι απαραίτητο ότι θα προκαλεί δυσλειτουργία και δυσφορία στον ασθενή αλλά αντιθέτως μπορεί να είναι φυσιολογικά λειτουργική και ανεκτή.<sup>7</sup>

Πρόωρη επαφή ή συγκλεισιακή παρεμβολή μπορεί να θεωρηθεί κάθε επαφή δοντιών η οποία γίνεται εμπόδιο κατά την διάρκεια των λειτουργικών κινήσεων της κάτω γνάθου. Οι τύποι των συγκλεισιακών παρεμβολών που κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά είναι:

#### 1. Πρόωρη επαφή στην κεντρική σχέση

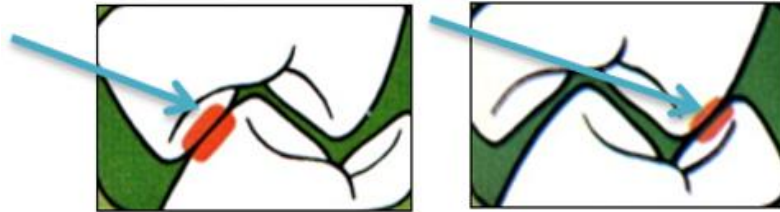
Οι επαφές μεταξύ των δοντιών που αποτελούν τροχοπέδη στην εκπλήρωση της μέγιστης συγγόμφωσης ταυτόχρονα με την εκπλήρωση κεντρικής σχέσης ονομάζονται πρόωρες επαφές στην κεντρική σχέση. Μια τραυματογόνος πρόωρη επαφή λογίζεται όταν η κάτω γνάθος ολισθαίνει από την κεντρική σχέση σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης. Η ολίσθηση της κάτω γνάθου πρέπει να ξεπερνάει το 1 χιλιοστό ώστε η πρόωρη επαφή να θεωρηθεί τραυματογόνος. Στην περίπτωση που μια πρόωρη επαφή σε ένα οπίσθιο δόντι σταθεί εμπόδιο, κατά την διάρκεια σύγκλισης των δοντιών, η κάτω γνάθος ξεφεύγει από την τροχιά της κεντρικής σχέσης και η σύγκλειση σε θέση μέγιστης συναρμογής πραγματοποιείται σε μια έκκεντρη θέση, η οποία προέκυψε είτε διότι η κάτω γνάθος ολίσθησε πλαγιά είτε και μπροστά.<sup>7,29</sup>

#### 2. Παρεμβολή της εργαζόμενης πλευράς

Κάνουν την εμφάνιση τους κατά κύριο λόγο στους γομφίους της λειτουργούσας πλευράς και εμποδίζουν τις πλαγιολισθήσεις της κάτω γνάθου που εκτελούνται με φυσιολογικό τρόπο. Οι παρεμβολές εμφανίζονται μεταξύ των εξωτερικών επικλινών



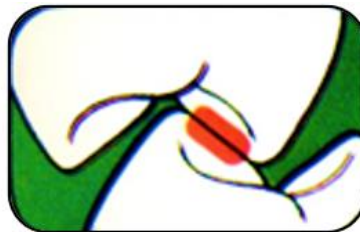
επιπέδων που διαθέτουν τα κεντρικά φύματα της κάτω γνάθου έναντι των εσωτερικών επικλινών επιπέδων των άνω παρειακών φυμάτων. Άλλη θέση εντοπισμού πρόωρων επαφών στην εργαζόμενη πλευρά είναι στις επικλινείς επιφάνειες των λειτουργικών φυμάτων άνω γνάθου έναντι των εσωτερικών επικλινών επιφανειών των μη λειτουργικών φυμάτων του αντίθετου οδοντικού φραγμού (ΕΙΚ.8).<sup>7,29</sup>



Εικόνα 8: Παρεμβολές στην εργαζόμενη πλευρά.<sup>29</sup>

### 3. Παρεμβολή της μη εργαζόμενης ή αντιρροπούσας πλευράς

Εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στους γομφίους της μη εργαζόμενης μεριάς. Στην περίπτωση που αυτές εμφανίζονται ισχυρές παράγεται ένα υπομόχλιο το οποίο ωθεί την κάτω γνάθο σε περιστροφή με άξονα περιστροφής το σημείο της παρεμβολής. Συνέπεια αυτού είναι να δημιουργείται πίεση στον αρθρικό θύλακο καθώς και στους συνδέσμους της κροταφογναθικής διάρθρωσης της μη εργαζόμενης μεριάς. Η περιοχή εντόπισης τους είναι στις εσωτερικές επικλινείς επιφάνειες των λειτουργικών φυμάτων άνω γνάθου απέναντι στις εσωτερικές επικλινείς επιφάνειες των αντίστοιχων λειτουργικών φυμάτων για την κάτω γνάθο (ΕΙΚ.9).<sup>7,29</sup>



Εικόνα 9: Παρεμβολή στην μη εργαζόμενη πλευρά.<sup>29</sup>

Αλλά εξίσου αξία αναφοράς στοιχεία που έχουν άμεση επίδραση στην σύγκλειση είναι το μασητικό επίπεδο, η καμπύλη του Spee, η καμπύλη του Wilson.<sup>7</sup>

**Το μασητικό επίπεδο** είναι μια ιδεατή επιφάνεια, που εφαρμόζει στις κοπτικές επιφάνειες των προσθίων δοντιών και στις κορυφές των φυμάτων των οπίσθιων δοντιών. Είναι συχνό φαινόμενο το μασητικό επίπεδο να συνδέεται με το αξονοκογχικό επίπεδο. Στην ορθοδοντική επίσης συνδέεται με το επίπεδο Φρανκφούρτης. Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι το μασητικό επίπεδο έχει μια κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο και δεν είναι απόλυτα παράλληλο. Όταν αυτή η κλίση πλησιάσει την κλίση της κονδυλικής τροχιάς τότε τα φύματα των δοντιών είναι πιο κοντά και τα βοθρία και οι αύλακες είναι πιο ισοπεδωμένες.<sup>7</sup>

### ***Η καμπύλη του Spee***

Η τροχιά που πραγματοποιεί μέσα στην κροταφική γλήνη ο κόνδυλος ταυτίζεται με την καμπύλη του Spee. Η καμπύλη αυτή είναι αναπαράσταση αυτής της τροχιάς. Η τροχιά που διαγραφεί ο κόνδυλος είναι άμεσα συνυφασμένη με το ύψος των φυμάτων καθώς και με το αν η καμπύλη θα είναι αρκετά ή όχι κυρτή. Έτσι λοιπόν όταν τα φύματα των οπίσθιων δοντιών είναι αρκετά ψηλά η καμπύλη του Spee είναι βαθιά και αντίθετα. Όταν η σύγκλειση τείνει να γίνει επίπεδη και υπάρχει εκσεσημασμένη απώλεια οδοντικής ουσίας η καμπύλη του Spee γίνεται όλο και πιο αβαθές.<sup>7</sup>

### ***Καμπύλη Wilson***

Είναι μια ιδεατή καμπύλη που συναντάται στο μετωπιαίο επίπεδο. Με αυτήν την καμπύλη γίνεται αντιληπτό ότι τα υπερώια φύματα των άνω δοντιών είναι πιο κοντά από των παρειακών και τα γλωσσικά φύματα των κάτω δοντιών είναι πιο κοντά από τα παρειακά εξίσου.<sup>7</sup>

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν οι τέσσερις κυριότεροι τύποι σύγκλεισης:

#### ***1) Η αμφοτερόπλευρη ισοζυγισμένη σύγκλειση***

Υπάρχουν επαφές και στις δυο πλευρές την ίδια χρονική στιγμή τόσο στα πρόσθια όσο και στα οπίσθια δόντια. Αυτές οι επαφές υπάρχουν σε κεντρική σύγκλειση, σε πλαγιολισθήσεις αλλά και σε προολίσθηση της κάτω γνάθου.<sup>28</sup>

#### ***2) Η ετερόπλευρη ισοζυγισμένη ή σύγκλειση τύπου ομαδικών επαφών***

Στην κεντρική σύγκλειση υπάρχουν επαφές την ίδια χρονική στιγμή σε όλα τα οπίσθια δόντια. Στα πρόσθια δόντια μπορεί είτε να υπάρχουν είτε όχι επαφές. Κατά την κίνηση προολίσθησης οι κοπτικές επιφάνειες των κάτω προσθίων δοντιών ολισθαίνουν στις υπερώιες επιφάνειες των άνω προσθίων δοντιών έως ότου τα δόντια έρθουν σε θέση κοπτική προς κοπτική. Σε αυτή τη θέση τα οπίσθια δόντια αποσυναρμολογούνται πλήρως. Κατά τη κίνηση πλαγιολίσθησης στην εργαζόμενη πλευρά τα παρειακά φύματα των οπίσθιων δοντιών της κάτω γνάθου έρχονται σε επαφή με τις ακρολοφίες των παρειακών φυμάτων των οπίσθιων δοντιών της άνω γνάθου μέχρι να φτάσουν στην τελική θέση πλαγιολίσθησης και να έχουν επαφή. Τα παρειακά φύματα των οπίσθιων δοντιών της κάτω γνάθου με τις κορυφές των παρειακών της άνω γνάθου. Στην μη εργαζόμενη πλευρά δεν υπάρχει επαφή δοντιών.<sup>28</sup>

#### ***3) Η οργανική ή διαχωρίζουσα σύγκλειση***

Στην κεντρική σύγκλειση υπάρχουν εξισορροπημένες επαφές τόσο των προσθίων όσο και των οπίσθιων δοντιών. Κατά την προολίσθηση επαφές πραγματοποιούνται μόνο στα πρόσθια δόντια ενώ τα οπίσθια αποσυναρμολογούνται πλήρως. Κατά την κίνηση της πλαγιολίσθησης στην εργαζόμενη πλευρά έρχονται σε επαφή μόνο οι κυνόδοντες (κυνοδοντική προστασία) και ίσως οι τομείς (πρόσθια προστασία) της εργαζόμενης πλευράς. Στις κινήσεις αυτές τα πρόσθια δόντια υποστηρίζουν τα οπίσθια.<sup>20,28</sup>

#### 4) Η επίπεδη σύγκλιση

Αυτό το συγκλεισιακό μοντέλο δοντιών περιλαμβάνει δόντια τα οποία έχουν απωλέσει μεγάλο μέρος της οδοντικής τους ουσίας στα κοπτικά τριτημόρια ή μασητικά τριτημόρια αναλόγως αν πρόκειται για πρόσθια ή οπίσθια δόντια αντίστοιχα. Η επίπεδη σύγκλιση αποτελεί μια εξελικτική σύγκλιση και διαθέτει ορισμένα πλεονεκτήματα:

- Αφού τα δόντια έχουν χάσει μέρος της οδοντικής τους ουσίας κυρίως στα κοπτικά ή μασητικά τριτημόρια των δοντιών, γίνεται αντιληπτό ότι έχει αλλοιωθεί και η μορφολογία των δοντιών. Οι αύλακες και τα φύματα είναι ισοπεδωμένα και με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η κατακράτηση τροφών και κατά συνέπεια ο τερηδονισμός των δοντιών.
- Παράλληλα η επιπέδωση των φυμάτων των δοντιών εμποδίζει την δημιουργία δυσμενών δυνάμεων για τα δόντια κατά την διάρκεια των πλαγιολισθήσεων
- Τέλος επειδή οι μασητικές επιφάνειες των οπίσθιων δοντιών είναι επίπεδες μπορούν με μεγαλύτερη ευκολία να επιτελέσουν την κυριότερη λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος: τη μασηση.<sup>28</sup>

Η επίπεδη σύγκλιση όταν συναντάται στον φυσικό φραγμό είναι παθολογική. Αυτό γίνεται φανερό από την αποτριβή των δοντιών τα οποία διαθέτουν γωνία φύματος 0°. Γίνεται αντιληπτή σε άτομα με βρυγμό. Στις ολικές οδοντοστοιχίες όμως η επίπεδη σύγκλιση συναντάται ως συγκλεισιακό σχήμα επιλογής κυρίως σε άτομα με πολύ απορροφημένες ακρολοφίες ή με νευρολογικές παθήσεις. Σε αυτό τον τύπο σύγκλισης δεν ακολουθείται κάποιο συγκλεισιακό πρότυπο αλλά επίτευξη ελευθερίας στις κινήσεις της κάτω γνάθου.<sup>20</sup>

## 2.2. ΤΥΠΟΙ ΣΥΓΚΛΕΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΟΥ

Η σύγκλιση του φυσικού φραγμού διακρίνεται σε στατική και δυναμική. Η στατική σύγκλιση αναφέρεται σε επαφές τόσο των προσθίων όσο και των οπίσθιων δοντιών όταν η κάτω γνάθος βρίσκεται σε θέση μέγιστης συναρμογής. Η δυναμική σύγκλιση αφορά τις λειτουργικές κινήσεις της κάτω γνάθου. Πιο συγκεκριμένα πλαγιολισθήσεις και προολίσθηση. Οι επαφές των οπίσθιων δοντιών άνω και κάτω γνάθου συμβαίνουν μεταξύ των φυμάτων υποστήριξης. Φύματα υποστήριξης για την άνω γνάθο είναι τα υπερώια και για την κάτω γνάθο τα παρειακά.<sup>7,29</sup>

Όπως έχει ειπωθεί παραπάνω ο οδοντικός φραγμός αποτελείται από δυο οδοντικά τόξα, το άνω και το κάτω. Από αυτά το άνω οδοντικό τόξο εμφανίζεται μεγαλύτερο σε μήκος από το κάτω. Αυτή η διάφορα προκύπτει από το γεγονός ότι η εγγύς-άπω διάσταση των δοντιών του άνω φραγμού είναι μεγαλύτερη από αυτή του κάτω φραγμού.<sup>29,30</sup>

Σε θέση κεντρικής σύγκλισης σε μια φυσιολογική οδοντοφυΐα, κάθε δόντι του ενός φραγμού συγκλίνει με τμήματα δυο ανταγωνιστών δοντιών. Εξαιρέση αποτελούν οι

κεντρικοί τομείς της κάτω γνάθου και οι τρίτοι γομφίοι της άνω γνάθου οι οποίοι έχουν έναν ανταγωνιστή στον αντίθετο φραγμό. Άμεση συνέπεια της απώλειας ενός δοντιού είναι ότι πλέον το δόντι του αντίθετου φραγμού θα έχει έναν ανταγωνιστή στο εξής. Αυτός ο ανταγωνιστής τις περισσότερες φορές δεν είναι ικανός έτσι ώστε να αποτρέψει την μετατόπιση όπως και την υπερέκφυση του δοντιού αυτού.<sup>30</sup>

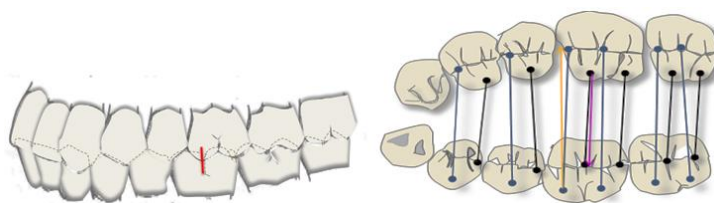
Για να επιτραπούν οι λειτουργικές κινήσεις της κάτω γνάθου χωρίς παρεμβολές θα πρέπει και ο βαθμός της κάθετης και της οριζόντιας πρόταξης να είναι επαρκής. Η κάθετη πρόταξη αφορά το ποσοστό επικάλυψης των προσθίων κάτω δοντιών από τα πρόσθια της άνω γνάθου σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης. Η οριζόντια πρόταξη είναι η απόσταση ανάμεσα στις κοπτικές κορυφογραμμές άνω και κάτω προσθίων δοντιών. Οι αποδεκτές αποκλίσεις για τους τομείς της κάτω γνάθου είναι 85-104° ενώ για τους άνω 98-113°.<sup>29,30</sup>

### 2.2.1 Συγκλεισιακές σχέσεις οπίσθιων δοντιών

Για να γίνουν κατανοητές οι συγκλεισιακές σχέσεις των δοντιών πρέπει πρώτα να προηγηθεί η παρουσίαση των σχέσεων κατά Angle. Διακρίνουμε τρεις τάξεις κατά Angle που η πρώτη τους αναφορά έγινε το 1897 από τον Δρ. Edward.H.Angle.

#### 1. Angle 1

Στην τάξη 1 κατά Angle οι πρώτοι γομφίοι άνω και κάτω είναι τοποθετημένοι σε τέλεια ευθυγράμμιση. Το εγγύς παρειακό φύμα του άνω γομφίου συγγομφώνεται με ακρίβεια στην μεσοπαρειακή αύλακα του κάτω γομφίου. Παράλληλα, το εγγύς παρειακό φύμα του 1ου γομφίου της κάτω γνάθου έρχεται σε επαφή με την μασητική αγκάλη του 1ου γομφίου και 2ου προγομφίου άνω αλλά και το εγγύς υπερώιο φύμα του 1ου γομφίου της άνω γνάθου εφαρμόζει στο κεντρικό βοθρίο του 1ου γομφίου της κάτω γνάθου (ΕΙΚ.10). Τα άτομα που διαθέτουν αυτή τη σκελετική τάξη έχουν ένα ορθογναθικό προφίλ και ευθύ.<sup>29,31</sup>

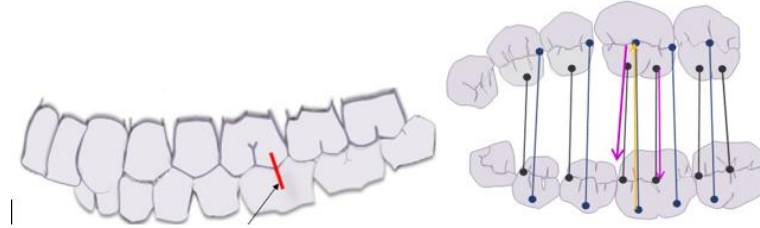


Εικόνα 10: Συγκλεισιακές σχέσεις οπίσθιων δοντιών σε σκελετική τάξη I κατά Angle.<sup>29</sup>

#### 2. Angle 2

Στην τάξη 2 η μεσοπαρειακή αύλακα του 1ου γομφίου της κάτω γνάθου της κάτω γνάθου βρίσκεται πιο άνω από το εγγύς παρειακό φύμα του 1ου γομφίου της άνω γνάθου. Το εγγύς παρειακό φύμα του 1ου γομφίου άνω συγγομφώνεται με το κεντρικό βοθρίο του 1ου γομφίου άνω. Επιπλέον το εγγύς υπερώιο φύμα του 1ου

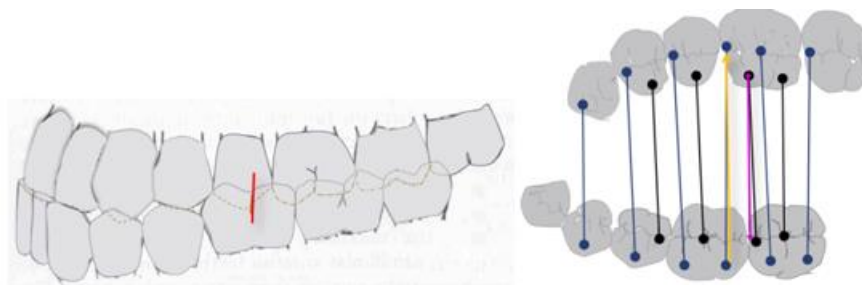
γομφίου εφαρμόζει στην μασητική αγκάλη του 1ου γομφίου και του 2ου προγομφίου της κάτω γνάθου. Επιπρόσθετα το άπω υπερώιο φύμα του 1ου γομφίου της άνω γνάθου εφάπτεται στο κεντρικό βοθρίο του 1ου γομφίου της κάτω γνάθου (ΕΙΚ.11). Τα άτομα που διαθέτουν αυτή την συγκλεισιακή τάξη τα χαρακτηρίζει η μικρή κάτω γνάθος σε σύγκριση με την άνω.<sup>29,31</sup>



Εικόνα 11: Συγκλεισιακές σχέσεις οπίσθιων δοντιών σε σκελετική τάξη II κατά Angle.<sup>29</sup>

### 3. Angle 3

Στην τάξη 3 η μεσοπαρειακή αύλακα του 1ου γομφίου της κάτω γνάθου τοποθετείται πιο εγγύς από το εγγύς παρειακό φύμα του 1ου γομφίου της άνω γνάθου. Σε αυτή τη σκελετική τάξη το εγγύς υπερώιο φύμα του 1ου γομφίου της άνω γνάθου έρχεται σε επαφή με την μασητική αγκάλη του 1ου και 2ου γομφίου της κάτω γνάθου. Επιπλέον το μέσο παρειακό φύμα του 1ου γομφίου της κάτω γνάθου συγγομφώνεται στην μασητική αγκάλη του 1ου γομφίου και 2ου προγομφίου της κάτω γνάθου (ΕΙΚ.12). Τα άτομα που διαθέτουν αυτή τη σκελετική τάξη τα χαρακτηρίζει το μακρόστενο πρόσωπο και το εμφανές πηγούνι. Επιπλέον σε αυτά τα άτομα η κάτω γνάθος βρίσκεται να είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την άνω.<sup>29,31</sup>



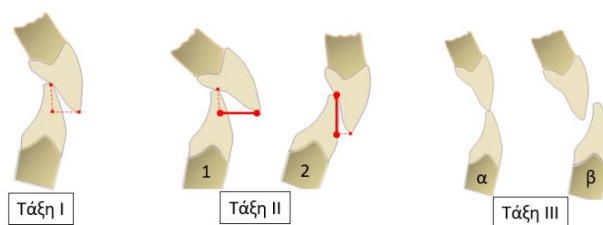
Εικόνα 12: Συγκλεισιακές σχέσεις οπίσθιων δοντιών σε σκελετική τάξη III κατά Angle.<sup>29</sup>

#### 2.2.2 Συγκλεισιακές σχέσεις προσθίων δοντιών

Επαφές στα πρόσθια δόντια έχουμε κατά την διάρκεια προολίσθησης της κάτω γνάθου όπου τα κοπτικά χείλη των κάτω προσθίων ολισθαίνουν στις υπερώιες επιφάνειες των άνω προσθίων έως ότου φτάσουν σε θέση κοπτική προς κοπτική. Σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης, οι κοπτικές επιφάνειες των προσθίων δοντιών κάτω έρχονται σε ελαφρά

επαφή με τις υπερώιες επιφάνειες των προσθίων άνω. Οι πλάγιοι τομείς της κάτω γνάθου έρχονται σε επαφή τόσο με τους κεντρικούς όσο και με τους πλάγιους άνω. Τέλος οι κυνόδοντες της κάτω γνάθου όταν συγκλείνουν έρχονται σε επαφή με τους πλάγιους τομείς και τους κυνόδοντες του αντίθετου φραγμού. Αυτές οι σχέσεις των έξι προσθίων δοντιών των δυο οδοντικών φραγμών δημιουργούν πρόταξη των άνω προσθίων τόσο σε οριζόντιο όσο και σε κάθετο επίπεδο. Ειδικότερα, διακρίνονται τρεις συγκλεισιακές σχέσεις προσθίων κατά Angle (ΕΙΚ.13):

- Angle 1  
Είναι η τάξη στην οποία τα πρόσθια δόντια άνω και κάτω γνάθου βρίσκονται στην φυσιολογική τους θέση. Στην φυσιολογική αυτή θέση η κάθετη πρόταξη είναι ίση με την οριζόντια.<sup>29,31</sup>
- Angle 2  
Σε αυτή τη τάξη συναντώνται δυο υποκατηγορίες απόκλισης. Στην πρώτη υποκατηγορία βρίσκονται να έχουν απόκλιση προστομιακά οι άνω τομείς ενώ στην δεύτερη υποκατηγορία εμφανίζονται με γλωσσική απόκλιση οι άνω τομείς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στην πρώτη υποκατηγορία η οριζόντια πρόταξη να είναι μεγαλύτερη από την κάθετη ενώ στην δεύτερη το αντίθετο.<sup>29,31</sup>
- Angle 3  
Στην τρίτη τάξη διακρίνονται πάλι δυο είδη επαφών. Πιο συγκεκριμένα, τα πρόσθια δόντια μπορούν να βρεθούν σε σχέση κοπτική με κοπτική, είτε να υπάρξει ένας προγναθισμός των κάτω προσθίων σε σύγκριση με τα άνω. Το δεύτερο είδος συγκλεισιακών επαφών στα πρόσθια δόντια σχηματίζει την λεγομένη πρόσθια σταυροειδής σύγκλιση.<sup>29,31</sup>



Εικόνα 13: Συγκλεισιακές σχέσεις προσθίων δοντιών σε σκελετική τάξη I, II, III κατά Angle.<sup>29</sup>

### 2.2.3 Παράγοντες που καθορίζουν τη συγκλεισιακή μορφολογία των δοντιών

Υπάρχουν διάφοροι συντελεστές που πρέπει να ληφθούν υπόψιν όταν μελετάται η συγκλεισιακή μορφολογία των δοντιών. Αυτοί οι συντελεστές βρίσκονται τόσο σε οριζόντιο όσο και σε οβελιαίο επίπεδο και ασκούν επιρροή στον τρόπο με τον οποίο τα δόντια θα έρθουν σε επαφή.<sup>29</sup>

Σε οβελιαίο επίπεδο

Σε οβελιαίο επίπεδο το ύψος των φυμάτων όσο και το βάθος των βοθρίων αλλά και την κλίση των επικλινών επιπέδων την καθορίζουν οι παρακάτω παράγοντες:

### **1.Κονδυλική τροχιά**

Ένας από τους πολλούς συντελεστές στο οβελιαίο επίπεδο είναι η κονδυλική τροχιά, δηλαδή η πορεία την οποία ο κόνδυλος διαγράφει ενώ η κάτω γνάθος εκτελεί κινήσεις. Όταν αυτή η τροχιά έχει έντονη κλίση τότε αυτό έχει ως συνέπεια τα οπίσθια δόντια να έχουν ψηλά φύματα. Αυτό συμβαίνει διότι η κονδυλική γωνία είναι μεγαλύτερη και κατά συνέπεια και η γωνία φύματος παρουσιάζεται μεγάλη. Το αντίθετο φαινόμενο συμβαίνει όταν δεν παρατηρείται έντονη κλίση κονδυλικής τροχιάς.<sup>29</sup>

### **2.Τομική τροχιά**

Η τομική τροχιά δημιουργείται ενώ η κάτω γνάθος εκτελεί κίνηση προολίσθησης. Πιο συγκεκριμένα συμβαίνει στα πρόσθια δόντια καθώς για να έρθουν σε επαφή τα κοπτικά τριτημόρια των προσθίων άνω και κάτω δοντιών τα κάτω δόντια κάνουν ολίσθηση στις υπερώια πλευρά των άνω προσθίων δοντιών. Κάτω από αυτό το πρίσμα, αυξημένη κλίση τομικής τροχιάς συνεπάγεται με μεγάλη κάθετη πρόταξη και ως αποτέλεσμα ψηλά φύματα. Από την άλλη μειωμένη κλίση τομικής τροχιάς συνεπάγεται μεγάλη οριζόντια πρόταξη και τα φύματα σε αυτήν την περίπτωση εμφανίζονται πιο κοντά.<sup>29</sup>

### **3.Μασητικό επίπεδο**

Άλλος ένας συντελεστής που μπορεί να καθορίσει την μορφολογία των συγκλεισιακών επαφών είναι η κλίση του μασητικού επιπέδου. Όσο περισσότερο η κλίση του μασητικού επιπέδου συγκλίνει προς την κλίση που έχει η κονδυλική τροχιά τόσο πιο κοντά εμφανίζονται τα φύματα. Πιο συγκεκριμένα αν η κλίση του μασητικού επιπέδου ταυτιστεί με την κονδυλική τροχιά, τα δόντια στον φραγμό παρουσιάζονται με γωνία 0 μοιρών.<sup>29</sup>

### **4.Καμπύλη του Spee**

Μια καμπύλη η οποία εφάπτεται στις κοπτικές παρειακές ακρολοφίες των φυμάτων γομφίων και προγομφίων.<sup>20</sup>

### **5.Κίνηση Bennett**

Η κίνηση Bennett επιδρά και αναλόγως με την κλίση που θα έχει η γωνία Bennet καθώς επίσης και με την μετακίνηση του εργαζομένου κονδύλου. Αναλυτικότερα, όσο πιο μικρή η γωνία τόσο πιο ψηλά φύματα οπίσθιων δοντιών και αντίθετα. Προσθέτοντας, όταν η μετακίνηση του εργαζομένου κονδύλου γίνεται με ανοδική κατεύθυνση τότε τα φύματα των οπίσθιων εμφανίζονται πιο κοντά.<sup>29</sup>

## 2.3. ΤΥΠΟΙ ΣΥΓΚΛΕΙΣΗΣ ΣΕ ΤΕΧΝΗΤΟ ΦΡΑΓΜΟ

### 2.3.1 Βασικές αρχές αποκατάστασης σύγκλεισης φυσικού φραγμού με Ακίνητες Προσθέσεις

Στην περίπτωση αποκατάστασης ενός μόνο δοντιού τότε τα εκμαγεία θα ήταν πιο ορθό να τοποθετηθούν σε θέση μέγιστης συναρμογής με το χέρι. Παράλληλα αν το οριζόντιο επίπεδο είναι μεταβλητό τότε προτείνεται η λήψη καταγραφής από την παρειακή πλευρά των δοντιών. Το συγκλεισιακό μοντέλο το οποίο προτείνεται να ακολουθηθεί σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το ήδη υπάρχον. Στην περίπτωση όμως προβόλου γέφυρας για την αποφυγή άσκησης δυνάμεων στο πρόβολο, που θα δημιουργούσαν μοχλό ο οποίος θα έτεινε να περιστρέψει τη γέφυρα προς τα έξω, συνίσταται η χρήση του συγκλεισιακού μοντέλου της ομαδικής συνέργειας. Οι ίδιες αρχές εφαρμόζονται και στην αποκατάσταση μιας γέφυρας αποτελούμενη από τρία τεμάχια (δύο δόντια στηρίγματα και ένα ενδιάμεσο), τότε διατηρείται το υπάρχον συγκλεισιακό μοντέλο του εκάστοτε ασθενή.<sup>29</sup>

Πιο συγκεκριμένα, όταν πρόκειται για αποκαταστάσεις προσθίων δοντιών γίνεται προσπάθεια για την δημιουργία ενός προσθίου οδηγού, ο οποίος θα είναι ικανός κατά τις λειτουργικές κινήσεις της κάτω γνάθου να αποσυναρμώσει τα οπίσθια δόντια. Τα οδηγά αυτά επίπεδα θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ρηχά αλλά και όσο περισσότερο υπάρχουν επαφές μεταξύ προσθίων δοντιών τόσο καλύτερο είναι. Αυτές οι επαφές όμως θα πρέπει να είναι ομαλά μοιρασμένες και ίσης δύναμης που τείνουν προς την χαμηλότερη δυνατή που είναι ανεκτή. Τα οδηγά αυτά σημεία υπάρχει η δυνατότητα αντιγραφής και μεταφοράς τους με σιλικόνη στην προσθετική αποκατάσταση που πρόκειται να γίνει από τα ήδη εναπομείναντα δόντια του οδοντικού φραγμού. Το παραπάνω συμβαίνει αν η αποκατάσταση αφορά ένα μεμονωμένο δόντι. Αν η αποκατάσταση αντιστοιχεί σε περισσότερα δόντια τότε θα πρέπει να αντιγράφει η ακριβής τομική τροχιά. Μη ορθή αναπαράσταση της προηγούμενης θα έχει δυσμενή αποτελέσματα τόσο στην προσθετική εργασία, στα δόντια στηρίγματα αλλά και στον αντίθετο φραγμό από αυτόν της προσθετικής εργασίας.<sup>29</sup>

Στην περίπτωση αναπλήρωσης ολόκληρου τεταρτημόριου υπάρχει περίπτωση τα ανταγωνιστά δόντια να έχουν υπερεκφυθεί προκαλώντας μια συγκλεισιακή σύγχυση. Πολλές φορές σε τέτοιες περιπτώσεις είναι φανερές παρεμβολές κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Το συγκλεισιακό σχήμα ενός τέτοιου ασθενή κρίνεται μη αποδεκτό και για αυτό κρίνεται αναγκαία η αλλαγή του. Κάτω από αυτό το πρίσμα, σε μια πλήρη αναδιοργάνωση σύγκλεισης απαιτείται η δημιουργία νέας και αναπαραγωγίσιμης σχέσης γνάθου. Έπειτα καθορίζεται μια νέα κάθετη διάσταση. Τέλος γίνεται προσπάθεια για σταθερές επαφές κατά την διάρκεια μέγιστης συγγόμφωσης αλλά και εξάλειψη των παρεμβολών κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Συστήνεται δε σε πολλές περιπτώσεις και η κατασκευή νάρθηκα σταθεροποίησης τόσο πριν την μόνιμη αποκατάσταση όσο και μετά από αυτήν είναι επιβεβλημένη.<sup>29,32</sup>



### 2.3.2 Βασικές αρχές αποκατάστασης σύγκλεισης με Κινητές Προσθέσεις

Η αποκατάσταση μιας οδοντοφυΐας σε έναν πλήρως νωδό ασθενή είναι μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Το προηγούμενο συμβαίνει διότι μια τέτοια αποκατάσταση δημιουργείται έτσι ώστε να αναπληρώσει όχι μόνο τα εκλιπόντα δόντια αλλά και τους ιστούς του προσώπου, οι οποίοι έπειτα από την απώλεια των δοντιών έχουν παραμορφωθεί. Μερικές συνέπειες της απώλειας όλων των δοντιών είναι η απουσία της κάθετης διάστασης του προσώπου, η τόνωση της ρινοχειλικής αύλακας και η απορρόφηση της υπολειμματικής φατνιακής ακρολοφίας. Εκτός όμως από αυτά, η απώλεια όλων των δοντιών έχει επίπτωση και στις λειτουργίες του στοματογναθικού συστήματος. Επιπλέον έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο με την πάροδο του χρόνου η κάτω γνάθος να ευρύνεται καθώς η άνω αντιθέτως συρρικνώνεται. Όλα αυτά τα στοιχεία κάνουν τους ασθενείς οι οποίοι φορούν ολική οδοντοστοιχία να έχουν μειωμένη μασητική ικανότητα, αφού η μασητική δύναμη αυτών των ατόμων κυμαίνεται 5 έως 6 φορές χαμηλότερα από ότι είναι των ατόμων με φυσικά δόντια. Ασθενείς με ολική οδοντοστοιχία παρουσιάζουν διάφορα στις κινήσεις ανάσπασης και κατάσπασης αλλά είναι και πολύ πιθανόν να εμφανίσουν παραλειτούργησες έξεις.<sup>29</sup>

Για όλους τους παραπάνω λόγους μια ολική οδοντοστοιχία για να γίνει όσο πιο καλά ανεκτή από τον ασθενή, θα πρέπει να διαθέτει χαμηλό βάρος, έτσι ώστε να μην τον επιβαρύνει, αλλά και αρνητική εσωτερική πίεση. Η αρνητική εσωτερική πίεση αφορά κυρίως αποκαταστάσεις άνω γνάθου, οι οποίες λόγω βαρύτητας έχουν την τάση να απομακρύνονται από την θέση τους περισσότερο από ότι οι αποκαταστάσεις της κάτω γνάθου, στις οποίες η βαρύτητα είναι ευνοϊκή. Παράλληλα η έκταση καλυπτόμενης επιφάνειας μιας ολικής οδοντοστοιχίας πρέπει να είναι όσο μεγαλύτερη γίνεται, σε αποδεκτά φυσικά όρια. Το προηγούμενο πρέπει να γίνεται διότι όσο μεγαλύτερη είναι η έκταση της ολικής οδοντοστοιχίας τόσο καλύτερη έδραση έχει η οδοντοστοιχία. Αυτό σημαίνει ότι έχει καλύτερη συμπεριφορά σε δυνάμεις που τείνουν να την εκτρέψουν. Επιπλέον η μεγαλύτερη έκταση βοηθά στην καλύτερη κατανομή των δυνάμεων αφού ελαττώνεται η δεχόμενη πίεση ανά μονάδα επιφάνειας. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της απορρόφησης του οστού.<sup>29</sup>

Το μασητικό επίπεδο που θα δοθεί σε μια ολική οδοντοστοιχία πρέπει να είναι σε μια ορισμένη κλίση η οποία θα διευθετεί τις δεχόμενες δυνάμεις έτσι ώστε να μεταφέρονται κάθετα στην ολική οδοντοστοιχία. Εκτός από όλα τα παραπάνω, σημαντικός παράγοντας στην σωστή λειτουργία μιας ολικής οδοντοστοιχίας είναι η θέση στην οποία θα τοποθετηθούν τα τεχνητά δόντια. Η πιο παρειακή τοποθέτηση τους από την κορυφή της ακρολοφίας θα δημιουργούσε δυνάμεις παρεκτόπισης της ολικής οδοντοστοιχίας κατά την σύγκλειση των δοντιών. Επιπρόσθετα, η πιο γλωσσική ή υπερώια τοποθέτηση των δοντιών ενώ θα βοηθούσε στην ευστάθεια της ολικής οδοντοστοιχίας από την άλλη θα εμπόδιζε την καλή λειτουργία της γλώσσας, λόγω περιορισμένου χώρου. Όλες οι παραπάνω παραδοχές για την σωστή τοποθέτηση των δοντιών δεν αφορούν και τα πρόσθια δόντια της άνω γνάθου. Αυτά συνήθως τοποθετούνται λαμβάνοντας υπόψη τον αισθητικό παράγοντα αλλά και την υποβάσταξη του άνω χείλους.<sup>29</sup>

Άλλο χαρακτηριστικό που θα πρέπει να προσεχθεί κατά την δημιουργία μιας ολικής οδοντοστοιχίας είναι η κάθετη διάσταση σύγκλεισης. Η κάθετη διάσταση σύγκλεισης δεν θα πρέπει να είναι ούτε πολύ αυξημένη γιατί έτσι δημιουργείται μοχλός που τείνει να την ανατρέψει από την θέση της, αλλά ούτε και εξαιρετικά μειωμένη. Η μείωση της κάθετης διάστασης σύγκλεισης είναι αποδεκτή μόνο σε ακραίες περιπτώσεις απορροφημένων ακρολοφιών, όπου σε αυτή την περίπτωση η μείωση της κάθετης διάστασης σύγκλεισης θα βοηθούσε στην καλύτερη έδρασή της. Η μείωση της κάθετης διάστασης σύγκλεισης γίνεται θυσιάζοντας την αισθητική. Η αυθαίρετη αλλαγή της καταγραφής της κάθετης διάστασης σύγκλεισης δεν θα έπρεπε να γίνεται από τον οδοντικό τεχνολόγο. Οποιαδήποτε αυθαίρετη αλλαγή της θεωρείται εσφαλμένη. Η εξωτερική επιφάνεια μιας ολικής οδοντοστοιχίας θα πρέπει να είναι λεία, έτσι ώστε να μην τραυματίζει και ενοχλεί τα μαλακά μόρια που αυτή έρχεται σε επαφή. Επιπρόσθετα, οι εσοχές που μια ακρολοφία ενδέχεται να έχει ευνοούν την καλή συγκράτηση μιας ολικής οδοντοστοιχίας. Αν οι εσοχές είναι αμφοτερόπλευρες δημιουργείται πρόβλημα. Αν είναι μικρής έκτασης το πρόβλημα επιλύεται με την τοποθέτηση ενός μαλακού επιστρώματος. Εάν όχι, τότε η μόνη λύση επέρχεται χειρουργικά ή διαφορετικά το πτερύγιο της ολικής οδοντοστοιχίας δημιουργείται έτσι ώστε να φτάνει στην μέγιστη περίμετρο. Τέλος σημαντική παράμετρος είναι η σύγκλειση η οποία θα δοθεί σε μια τέτοιου είδους αποκατάσταση.<sup>29</sup>

Η σύγκλειση μιας ολικής οδοντοστοιχίας έχει άμεση ανταπόκριση με την επιτυχία της προσθετικής αυτής εργασίας για αυτό και θα αναλυθεί εκτενώς. Η λάθος διαμορφώσει σύγκλεισης ίσως προξενούσε προβλήματα στην λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος αλλά και τραυματισμών. Επίσης ο ασθενής με μια ολική οδοντοστοιχία με λάθος διαμόρφωση σύγκλεισης είναι πιθανόν να αισθάνεται μείωση στην μασητική του ικανότητα αλλά και μια γενική δυσφορία φορώντας την. Καθίσταται ανάγκη σε αυτό το σημείο να παρουσιαστούν μερικές διαφορές στην σύγκλειση που θα διαμορφωθεί σε ενόδοντες ασθενείς με την σύγκλειση που θα διαμορφωθεί σε νωδούς ασθενείς στην κινητή προσθετική. Στους ενόδοντες ασθενείς τον τύπο σύγκλεισης τον καθορίζουν τα δόντια που παίρνουν μέρος κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Στις ολικές οδοντοστοιχίες όμως είναι αδύνατη η εφαρμογή της σύγκλεισης όπως η κυνοδοντική προστασία ή η ομαδική συνέργεια. Αυτοί οι τύποι σύγκλεισης προϋποθέτουν τη μη ύπαρξη επαφών στην μη εργαζόμενη πλευρά. Αυτό θα έχει καταστροφικές συνέπειες για μια κινητή πρόσθεση αφού θα την ανέτρεπε συνήθως από την θέση έδρασής της. Οι τύποι σύγκλεισης λοιπόν που αφορούν έναν φραγμό με ολική οδοντοστοιχία είναι η ισόρροπη, η επίπεδη και η γλωσσική.<sup>29</sup>

#### ❖ Ισόρροπη σύγκλειση

Στην ισόρροπη σύγκλειση γίνεται προσπάθεια για επίτευξη αμφοτερόπλευρων συγκλεισιακών επαφών κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Σε αντίθεση με την σύγκλειση σε έναν φυσικό φραγμό, στις ολικές οδοντοστοιχίες και συγκεκριμένα στην ισόρροπη σύγκλειση είναι ανάγκη να υπάρχουν επαφές τόσο στην εργαζόμενη όσο και στην μη εργαζόμενη πλευρά. Στην ισόρροπη σύγκλειση

επίσης οι αμφοτερόπλευρες επαφές είναι ίσης έντασης. Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία προσφέρουν στην ολική οδοντοστοιχία περισσότερη ευστάθεια. Η ισόρροπη σύγκλειση με την πάροδο του χρόνου και την αλλαγή των ιστών του στόματος είναι πιθανόν να "εξαφανιστεί". Ωστόσο αυτό δεν καθιστά πρόβλημα καθώς την ανάγκη για ισόρροπη σύγκλειση ο ασθενής την έχει στο αρχικό διάστημα με σκοπό να συνηθίσει την ολική οδοντοστοιχία.

❖ Επίπεδη σύγκλειση

Στην επίπεδη σύγκλειση σε αντίθεση με την ισόρροπη αμφοτερόπλευρες επαφές υπάρχουν μόνο σε μέγιστη συναρμογή των δοντιών. Για να επιτευχθεί μια τέτοια σύγκλειση οι ελεγκτικές περιοχές θα πρέπει να ρυθμιστούν στον αρθρωτήρα στις 0 μοίρες. Λογική συνέχεια αποτελεί το γεγονός ότι με αυτό το συγκλεισιακό σχήμα ο ασθενής δεν συγκλείνει σε μια συγκεκριμένη θέση. Για αυτό το λόγο και η επίπεδη σύγκλειση χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις ακραίων απορροφημένων φατνιακών ακρολοφιών σε ηλικιωμένα άτομα αλλά και σε άτομα με νευρολογικές παθήσεις.

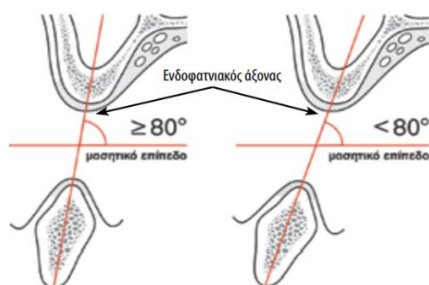
❖ Γλωσσική ισόρροπη σύγκλειση

Τέλος η γλωσσική ισόρροπη σύγκλειση δημιουργήθηκε έτσι ώστε να κατευθύνει τις μασητικές δυνάμεις προς το κέντρο των οδοντοστοιχιών. Αυτή η σύγκλειση θα έλεγε κανείς ότι απευθύνεται περισσότερο σε σχέσεις δοντιών παρά σε συγκλεισιακό τύπο. Σε αυτή τα υπερώια φύματα των άνω οπίσθιων δοντιών συναρμόζουν με τα κεντρικά των κάτω και είναι αυτά επίσης τα οποία καθορίζουν και το μασητικό επίπεδο. Στις έκκεντρες κινήσεις της κάτω γνάθου επαφές έχουν μόνο τα υπερώια φύματα και καθόλου τα παρειακά.

Στις ολικές οδοντοστοιχίες μπορούν να απαντήσουν τρεις διαφορετικοί μορφολογικοί τύποι δοντιών. Αρχικά είναι τα ανατομικά δόντια με γωνία 30-33°. Τα ανατομικά δόντια διευκολύνουν στην μάσηση και χρησιμοποιούνται σε σύγκλειση στην οποία έχουν ληφθεί ενδοστοματικές καταγραφές και η κονδυλική τροχιά είναι αυξημένη. Όταν πρόκειται να γίνει σύνταξη σταθερών αποκλίσεων όπου οι ελεγκτικές περιοχές του αρθρωτήρα προσαρμόζονται στους 20-28° η επιλογή δοντιών είναι τα ημιανατομικά δόντια με γωνία φύματος 20-22°. Τα ημιανατομικά δόντια προσφέρουν ευστάθεια σε μια ολική οδοντοστοιχία όμως μειώνουν την μασητική ικανότητα. Τέλος υπάρχουν τα μη ανατομικά ή επίπεδα δόντια. Όπως μαρτυρεί η ονομασία τους αυτά τα δόντια έχουν μηδενική γωνία φύματος και επιλέγονται σε ασθενείς οι οποίοι δεν έχουν ακρίβεια κινήσεων.<sup>29</sup>

Στις ολικές οδοντοστοιχίες γίνεται χρήση ορισμένων τύπων σύγκλεισης. Ξεκινώντας από τα ανατομικά δόντια, αυτά χρησιμοποιούνται και στην άνω και στην κάτω γνάθο είτε με σύνταξη ισόρροπης είτε με γλωσσική σύνταξη. Στην συνέχεια μπορεί να γίνει χρήση ανατομικών δοντιών στην άνω γνάθο και επίπεδων δοντιών στην κάτω τοποθετημένα σε γλωσσική σύγκλειση. Τέλος έχει απαντηθεί η χρήση επίπεδων δοντιών τόσο στην άνω όσο και στην κάτω γνάθο με επίτευξη επίπεδης σύγκλεισης.<sup>29</sup>

Παράλληλα με τα παραπάνω υπάρχουν και κάποιοι άλλοι κανόνες σύνταξης δοντιών τους οποίους ένας οδοντικός τεχνολόγος οφείλει να γνωρίζει και να εφαρμόζει όταν πρόκειται για σύνταξη οπίσθιων δοντιών. Τα οπίσθια δόντια συντάσσονται βάσει μηχανικών κανόνων είτε σε ανατομική σύνταξη, αντιστροφή ή σε μικτή. Με βάση τον ενδοφατνιακό άξονα ο οποίος είναι μια κοντή γραμμή που περνά από το κέντρο των φατνιακών ακρολοφιών στην περιοχή των γομφίων όταν έχει προηγηθεί ανάρτηση εκμαγείων στον αρθρωτήρα. Η γωνία που δημιουργείται από αυτούς τους άξονες σε σχέση με το μασητικό επίπεδο λέγεται γωνία σύνταξης και είναι υπεύθυνη για τον τύπο σύνταξης που θα επιλεγεί για τα οπίσθια δόντια.<sup>29</sup>



Εικόνα 14: Γωνία ενδοφατνιακού άξονα.<sup>33</sup>

Ανατομική σύνταξη επιλέγεται όταν η γωνία σύνταξης είναι 80° ή μεγαλύτερη (ΕΙΚ.14). Σε αυτή του είδους την σύνταξη τα οπίσθια παρειαικά φύματα προεξέχουν των παρειαικών οπίσθιων της κάτω γνάθου. Η γωνία σύνταξης μετρείται με ένα όργανο το οποίο ονομάζεται Gysi. Σε άλλη περίπτωση μη ύπαρξης αυτού του οργάνου γίνεται παρατήρηση των προεκτάσεων των γραμμών κατεύθυνσης κάθε γνάθου. Αν οι γραμμές διαφέρουν 2 εκατοστά και η επάνω είναι πιο υπερώια από την κάτω η γωνία σύνταξης θα είναι ίση ή μεγαλύτερη από 80° και η σύνταξη **φυσιολογική**.<sup>29,33</sup>

**Αντίστροφη** σύνταξη επιλέγεται όταν η γωνία σύνταξης είναι μικρότερη των 80° και τα δόντια της κάτω γνάθου αναγκαστικά θα τοποθετηθούν με παρειαική προεξοχή σε σχέση με τα δόντια της άνω γνάθου. Σε αυτήν την περίπτωση οι κατευθυντήριες γραμμές ακρολοφίας αν προεκταθούν στην οπίσθια περιοχή του εκμαγείου μιας τέτοιας περίπτωσης, θα παρατηρηθεί απόκλιση 2mm της κάτω γνάθου παρειαικά σε σύγκριση με την άνω. Κάτω από αυτό το πρίσμα, τα δόντια της κάτω γνάθου τοποθετούνται σε σταυροειδή σύγκλειση. Όταν κρίνεται επιτακτική η τοποθέτηση των δοντιών σε σταυροειδή σύγκλειση αμφοτερόπλευρα, τότε η σύνταξη ονομάζεται αντιστροφή. Τέλος, σε περιπτώσεις πολύ μικρότερης γωνίας σύνταξης, τα αριστερά οπίσθια δόντια της κάτω γνάθου τοποθετούνται άνω δεξιά. Αυτό πραγματοποιείται για το όφελος παρειογλωσσικού χώρου. Η σύνταξη αυτή ονομάζεται **χιαστή**.<sup>29,33</sup>

Στην περίπτωση που υπαγορεύεται σταυροειδής σύγκλειση ετερόπλευρα τότε η σύγκλειση σε αυτήν την περίπτωση που δημιουργείται ονομάζεται **μικτή** (ΕΙΚ.15).<sup>29,33</sup>



Εικόνα 15: Κατευθυντήριες γραμμές σε μικτή σύνταξη.<sup>33</sup>

### 2.3.3 Βασικές αρχές αποκατάστασης σύγκλεισης με Επιεμφυτευματικές προσυδέσεις

Το εμφύτευμα είναι ένα υποκατάστατο του δοντιού και χρησιμοποιείται στη θέση εκλιπόντων δοντιών. Το εμφύτευμα δεν έχει την ίδια συμπεριφορά με το φυσικό δόντι στο στοματικό περιβάλλον. Το δόντι οφείλει την σταθερή του θέση στον περιοδοντικό σύνδεσμο που το συγκρατεί καλά στην θέση του. Στο εμφύτευμα δεν υπάρχει περιοδοντικός σύνδεσμος, υπεύθυνες για την σταθερή θέση του εμφυτεύματος είναι οι διάφορες αγκυλώσεις που διαθέτει το εμφύτευμα. Ένα φυσικό δόντι έχει την ικανότητα να κινείται ανάλογα με τις δυνάμεις που δέχεται κάθετα από 20-100 $\mu$ m. Αντιθέτως, τα εμφυτεύματα έχουν σχεδόν μηδενική κινητικότητα αφού μπορούν να κινηθούν κάθετα μόλις 3-5 $\mu$ m και πλάγια 10-50 $\mu$ m. Άλλη μια διαφορά ανάμεσα στα δόντια και τα εμφυτεύματα βρίσκεται στην διατομή τους. Τα δόντια έχουν ακανόνιστη διατομή ενώ τα εμφυτεύματα διαθέτουν όλα κυκλική διατομή. Επιπλέον τα δόντια είναι ιδιαίτερα ιδιοδεκτικά όργανα του ανθρώπινου οργανισμού σε αντίθεση με τα εμφυτεύματα που διαθέτουν χαμηλή ιδιοδεκτικότητα. Αυτή η ιδιότητα τους μαρτυρεί και το γεγονός ότι στα δόντια ένα αντικείμενο μόλις 20 $\mu$ m γίνεται αντιληπτό σε σύγκριση με τα εμφυτεύματα που πρέπει να είναι 48 $\mu$ m και πάνω έτσι ώστε να γίνει αντιληπτό. Όπως ειπώθηκε παραπάνω τα εμφυτεύματα οφείλουν την σταθερή τους θέση στο φατνίο στις αγκυλώσεις που διαθέτουν μορφολογικά. Όταν όμως το οστό που περιβάλλει το εμφύτευμα μέσα στο φατνίο αρχίζει και υποχωρεί τότε έχουμε αυτό που ονομάζουμε οστική απώλεια με συνέπεια να βάλουμε η οστεοενσωμάτωση του εμφυτεύματος με το οστό του φατνίου. Αυτή η απώλεια οστεοενσωμάτωσης είναι πολυπαραγοντικής φύσεως. Αρχικά, αυτό μπορεί να οφείλεται σε μεγάλα σε μήκος πρόβολα. Για την κάτω γνάθο το επιτρεπτό όριο προβόλου είναι μικρότερο από 15 $\mu$ m ενώ για την άνω γνάθο 10-12 $\mu$ m. Όταν αυτές οι μετρήσεις ξεπερνιούνται τότε αυτό το φαινόμενο έχει δυσμενείς συνέπειες στην οστεοενσωμάτωση. Ένα ακόμα γεγονός που επηρεάζει τον βαθμό οστεοενσωμάτωσης είναι οι παραλειπουργικές έξεις που έχει ο εκάστοτε ασθενής. Μια από αυτές ο βρυγγμός δεν βοηθάει στη επίτευξη μεγάλου βαθμού οστεοενσωμάτωσης. Επίσης οι παρεμβολές κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου σε μέγεθος που ξεπερνάει τα 100 $\mu$ m μπορεί να επηρεάσει δυσάρεστα την οστεοενσωμάτωση.<sup>1,29,34</sup>

Επιπρόσθετα, η ευρεία μασητική επιφάνεια και η μεγάλη γωνία φύματος δημιουργεί υπερφόρτιση κατά την σύγκλειση. Ακόμα, αν η ποιότητα του οστού δεν είναι τέτοια ώστε να μπορεί να δεχτεί εμφυτεύματα η αποτυχία μιας τέτοιας αποκατάστασης είναι σίγουρη. Τέλος, πολλές φορές ο αριθμός εμφυτευμάτων που επιλέγεται δεν είναι

επαρκής έτσι ώστε να μπορεί να δεχτεί την αποκατάσταση με συνέπεια την αποτυχία της τελευταίας.<sup>1,29,34</sup>

Σε ότι αφορά την σύγκλειση που επιλέγεται σε μονήρης επιεμφυτευματική αποκατάσταση οπίσθιας περιοχής, γίνεται επιλογή χαμηλών επικλινών φυμάτων με στενή μασητική επιφάνεια. Πρόωρες επαφές δεν πρέπει να υπάρχουν τόσο σε εργαζομένη όσο και μη εργαζομένη πλευρά. Επιπλέον οι επαφές πρέπει να κατευθύνονται αυστηρά στο κέντρο της αποκατάστασης. Σε μονήρης επιεμφυτευματική αποκατάσταση προσθίου δοντιού, γίνεται προσπάθεια δημιουργίας ήπιας τομικής τροχιάς.<sup>29,34</sup>

Σε αναπλήρωση μερικής νωδότητας οπίσθιας περιοχής με ακίνητη αποκατάσταση γίνεται προσπάθεια δημιουργίας ομαδικής συνέργειας ή πρόσθιας προστασίας σύγκλειση με την ή όχι συμμετοχή των κυνοδόντων. Καλό είναι αν γίνει χρήση προβόλου να είναι μικρής έκτασης και εγγύς. Τα φύματα θα πρέπει να είναι επίπεδα και εφόσον κριθεί αναγκαίο, σε περίπτωση που διαγνωστεί ασθενής με βρυγμό, να κατασκευαστεί νυχτερινός νάρθηκας σταθεροποίησης.<sup>29,34</sup>

Σε αναπλήρωση ολικής νωδότητας με ακίνητες επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις θα πρέπει να δημιουργηθεί ισόρροπη σύγκλειση αν ο αντίθετος φραγμός διαθέτει κινητή πρόσθεση και ομαδική συνέργεια ή πρόσθιας προστασίας σύγκλεισης εφόσον ο αντίθετος φραγμός πρόκειται για φυσικά δόντια. Σε περίπτωση που υπάρχει πρόβλο, δεν θα πρέπει αυτό να έχει επαφή είτε σε εργαζομένη είτε σε μη εργαζομένη θέση. Καλύτερη πρόγνωση έχουν τα άπω πρόβλο. Η νάρθηκοποίηση των δοντιών στηριγμάτων κρίνεται αναγκαία για μακροβιότερη απόδοση της αποκατάστασης.<sup>29,34</sup>

Όταν πρόκειται για ακίνητη επιεμφυτευματική πρόσθεση πρόσθιας περιοχής, τότε κρίνεται αναγκαία η επιπέδωση και ομαλοποίηση των οδηγών επικλινών επίπεδων κατά τις πλαγιολισθήσεις και προολίσθηση. Στην τάξη II κατά Angle και ειδικά στην δεύτερη υποκατηγορία αυτής, αυξάνεται ο κίνδυνος αποτυχίας. Αν κριθεί αναγκαία η αύξηση της κάθετης διάστασης του προσώπου για την δημιουργία μη έντονης τομικής τροχιάς τότε η ολική αποκατάσταση του φραγμού αποτελεί μονόδρομο. Στην τρίτη τάξη κατά Angle, μπορεί να δημιουργηθεί ή ήπιος πρόσθιος οδηγός που να αποσυναρμώνει τα οπίσθια δόντια ή συγκερασμός προσθίου οδηγού με συμμετοχή των προγομφίων.<sup>29,34</sup>

Τέλος, σε επιεμφυτευματικές επένθετες αποκαταστάσεις μπορεί να γίνει είτε αύξηση είτε μείωση της κάθετης διάστασης προσώπου αναλόγως την περίπτωση. Μπορεί να γίνει χρήση είτε σφαιρικών είτε συνδέσμων τύπου δοκού, πράγμα το οποίο εξαρτάται από τον ωφέλιμο χώρο. Η σύγκλειση που δημιουργείται σε τέτοιες περιπτώσεις είναι η ισόρροπη με σύγκλειση των γλωσσικών φυμάτων ή σε ακραία περιστατικά απορρόφησης γνάθου η επίπεδη σύγκλειση.<sup>29,34</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΛΕΙΣΙΑΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΟΝΤΙΚΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΣΤΟ ΟΔΟΝΤΟΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

### 3.1 ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΑ - Συμβατική μέθοδος αποτύπωσης

Η λήψη αποτυπώματος είναι μια διαδικασία η οποία αποτελεί ευθύνη του οδοντίατρου τόσο για την άνω γνάθο όσο και για την κάτω γνάθο. Τη διαδικασία αυτή ακολουθεί η κατασκευή των εκμαγείων.<sup>32</sup>

Η επιτυχία της διαδικασίας κατασκευής εκμαγείων είναι πολυπαραγοντική. Αρχικά εξαρτάται από τις ενέργειες που έχει υποστεί το αποτύπωμα μέχρι να καταλήξει στην κατασκευή εκμαγείου. Σημαντικό ρολό διαδραματίζουν τα υλικά εκλογής για την κατασκευή εκμαγείων, όπως επίσης και η πιστή ακολουθία των οδηγιών του κατασκευαστή.<sup>32</sup>

Σημαντικό είναι πάντα πριν την διαδικασία της κατασκευής των εκμαγείων να προηγείται η απολύμανση αυτών. Για αυτό τον σκοπό κρίνεται αναγκαίο το ξέπλυμα των αποτυπωμάτων κάτω από τρεχούμενο νερό, έτσι ώστε να γίνει η απομάκρυνση υπολειμμάτων σάλιου και αίματος. Η απολύμανση δεν τελειώνει όμως σε αυτό το σημείο. Στην συνέχεια τα αποτυπώματα μεταφέρονται και εμβυθίζονται σε αντισηπτικό διάλυμα. Γίνεται χρήση του κατάλληλου αντισηπτικού διαλύματος καθώς η μη ορθή επιλογή μπορεί να παραμορφώσει το αποτυπωτικό υλικό. Αφού τα αποτυπωτικά υλικά ολοκληρώσουν αυτές τις διαδικασίες καθαρίζονται πάλι με νερό και ύστερα υπό πίεση αερα.<sup>32</sup>

Στην οδοντιατρική τα αποτυπώματα ως σκοπό έχουν την πιστή αναπαράσταση του στόματος και των οδοντικών ιστών. Με τα αποτυπωτικά υλικά κατασκευάζουμε το γνωστό ως σήμερα αποτύπωμα, το οποίο αποτελεί την αρνητική αναπαράσταση της στοματικής κοιλότητας. Για να γίνει μια σωστή λήψη αποτυπώματος, το τελευταίο θα πρέπει να βρίσκεται σε ρευστή ή ημίρρευστη σύσταση και να είναι πλαστικό· να μπορεί να μεταβάλλει το σχήμα του ανάλογα με τις δικές μας προτιμήσεις. Παράλληλα πρέπει να είναι ικανό να διατηρήσει αυτή του την μορφή αφού πήξει. Ακόμα και μετά την εφαρμογή δύναμης πάνω του.<sup>35</sup>

Τα αποτυπωτικά υλικά μέσα στο στόμα έχουν το κάθε ένα την δική του συμπεριφορά. Αυτό σημαίνει ότι το κάθε αποτυπωτικό υλικό πήζει σε διαφορετικό χρόνο. Όπως προαναφέρθηκε για μια καλή αποτύπωση το υλικό θα πρέπει να έχει ρευστή κατάσταση για το χρονικό διάστημα της αποτύπωσης. Για αυτό τον λόγο απαραίτητες κρίνονται οι μήτρες, οι οποίες είναι κάποια δισκάρια, τα οποία είτε είναι του εμπορείου, δηλαδή προκατασκευασμένα, είτε είναι φτιαγμένα ειδικά για το κάθε άτομο και για αυτό και ονομάζονται ατομικά δισκάρια. Όπως γίνεται αντιληπτό τα αποτυπωτικά υλικά αφού θα χρησιμοποιηθούν στο στόμα, πρέπει να είναι βιολογικά ανεκτά, να μην προκαλούν αλλεργίες ούτε να εμφανίζουν τοξικές αντιδράσεις.<sup>35</sup>

Ακόμη θα πρέπει τα υλικά αυτά να παρουσιάζουν και κάποιες άλλες ιδιότητες όπως είναι η εύκολη απόσπασή τους από το στόμα αλλά και η μη παραμόρφωσή τους κατά την διαδικασία αυτή. Ένα αποτυπωτικό υλικό είναι η πιστή αναπαράσταση του στόματος, άρα θα πρέπει και να διαγραφεί τις λεπτομέρειες και τα στοιχεία που είναι απαραίτητα. Για αυτό το λόγο αυτό το υλικό πρέπει να διαθέτει πλαστικότητα κατά την έναρξη της πήξης του και να είναι ελαστικό στο τέλος της πήξης του αλλά και μετά από αυτή. Τέλος θα πρέπει να είναι ευκολόχρηστο, χαμηλού κόστους υλικό αλλά επιπλέον να έχει μεγάλο χρόνο ζωής μετά την χρήση του.<sup>35</sup>

Όπως γίνεται αντιληπτό, δεν υπάρχει ένα αποτυπωτικό υλικό που θα μπορούσε να θεωρηθεί πανάκεια, για αυτό υπάρχει και πληθώρα αποτυπωτικών υλικών στο εμπόριο. Κάτω από αυτό το πρίσμα, ο οδοντίατρος θα πρέπει να κρίνει σε κάθε περίπτωση ποιο αποτυπωτικό υλικό μπορεί να αποδώσει με τον καλύτερο τρόπο.<sup>35</sup>

Δεν υπάρχει μια ιδεώδης κατάταξη αποτυπωτικού υλικού. Υπάρχουν δυο ταξινομήσεις. Η πρώτη ταξινόμηση κατατάσσει τα αποτυπωτικά υλικά σε αντιστρεπτά και μη αντιστρεπτά. Αντιστρεπτά είναι τα αποτυπωτικά υλικά τα οποία επηρεάζονται από την θερμοκρασία και πήζουν και μη αντιστρεπτά το αντίθετο. Η δεύτερη κατάταξη τα χωρίζει σε ελαστικά και μη ελαστικά. Ελαστικά είναι τα αποτυπωτικά υλικά τα οποία μετά την αποχώρησή τους από την στοματική κοιλότητα παραμένουν υγρά ενώ τα μη ελαστικά αποκτούν στερεή μορφή.<sup>35</sup>

### *3.1.1 Ταξινόμηση αποτυπωτικών υλικών*

Από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα έως τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα την αφετηρία στον χώρο των αποτυπωτικών υλικών έκανε το κερί. Την πορεία αυτή ακολουθούν και δυο άλλα υλικά: η γύψος και μια θερμοπλαστική ουσία γνωστή ως Stents ή Dental modeling compound. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ως αποτυπωτικά υλικά ακόμα και σήμερα. Εξέλιξη στα αποτυπωτικά υλικά προκύπτει το 1925 όπου εισάγεται στο εμπόριο για πρώτη φορά ένα υλικό πλήρες ελαστικό που ως βάση του έχει ένα υδροκολλοειδές (άγαρ-άγαρ). Έπεται το οξείδιο του ψευδάργυρου και ευγενόλης. Λίγο πριν ξεσπάσει ο δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος στην αγορά εργασίας εμφανίζεται το γνωστό ακόμη και σήμερα για την ευρεία χρήση του στον χώρο των αποτυπωτικών υλικών, αλγινικό. Στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα κάνουν την είσοδο τους τα σύνθετα ελαστικομερή υλικά της μερκαπτάνης. Με λίγη χρονική διαφορά κάνουν και την είσοδο τους στα αποτυπωτικά υλικά τα ελαστικομερή σιλικόνης. Τα τελευταία δυο υλικά υποστηρίζεται ότι είναι τα ιδανικά σε αυτόν τον χώρο.<sup>36</sup>

Είναι σκόπιμο λοιπόν να γίνει αναλυτική περιγραφή όλων των γνωστών αποτυπωτικών υλικών στο εμπόριο έως σήμερα.

#### ➤ **ΚΕΡΙ**

Το κερί ως αποτυπωτικό υλικό σήμερα δεν χρησιμοποιείται συχνά. Η χρήση του έχει παραμείνει μόνο για κατασκευή κέρινων ομοιωμάτων και κατασκευή ενθέτων εμφράξεων στο στόμα. Η ιδιότητα του κεριού να ρευστοποιείται 100% σε



θερμοκρασία 37° C είναι και το μεγαλύτερο του μειονέκτημα καθώς κατά την απομάκρυνση του αποτυπώματος από το στόμα αυτή η ιδιότητα μπορεί να αποβεί καταστροφική λόγω αλλαγής διαστάσεων και παραμόρφωσης του.<sup>36</sup>

#### ➤ **ΓΥΨΟΣ**

Η γύψος ως αποτυπωτικό υλικό χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σε πολλές περιπτώσεις. Η γύψος που χρησιμοποιείται για αποτύπωση είναι η γνωστή γύψος, β ημιένυδρης μορφής αλλά προστίθενται και άλλες ουσίες μέσα σε αυτήν, οι οποίες βοηθούν στην διαστολή πήξης αλλά και στο χρονικό όριο που θα χρειαστεί ώστε να πήξει. Με τις κατάλληλες ουσίες που λειτουργούν είτε ως επιταχυντές είτε ως επιβραδυντές ο χρόνος επεξεργασίας της γύψου κυμαίνεται από 3-5' και η διαστολή πήξης από τα 0.3% μεταβάλλεται στα 0.06%. Εκτός από αυτές τις ουσίες στην γύψο προστίθενται και φυσικές ρητίνες, οι οποίες προσφέρουν καλύτερη συνεκτικότητα στην μάζα του υλικού παρέχοντας καλύτερο αποτέλεσμα αποτύπωσης. Εξαιρετική προσθήκη είναι αυτή του αμύλου στην γύψου επίσης, κάνοντας το υλικό εύπλαστο βοηθάει στην διαδικασία της αποτύπωσης. Τέλος προστίθενται χρωστικές ουσίες έτσι ώστε να ξεχωρίσει η γύψος που προορίζεται για αποτυπωτικά χρήση από τις άλλες μορφές γύψου.<sup>36</sup>

Παρομοίως με τις άλλες γύψους όπου η αναλογία νερού-σκόνης διαδραματίζει σημαντικό ρολό έτσι και γίνεται και στην γύψο που προορίζεται για αποτύπωση. Έτσι όσο πιο πολύ νερό βρίσκεται μέσα στην σύσταση της γύψου τόσο πιο πολύ χρόνο θα χρειαστεί ώστε να πήξει και ως αποτέλεσμα γίνεται λιγότερο ανθεκτική και μαλακό το αποτύπωμα. Ενώ το αντίθετο θα συμβεί αν στην σύσταση της το νερό υπολείπεται της σκόνης. Επιπλέον η γύψος είναι μια επιλογή χαμηλού κόστους, παρουσιάζει ευκολία στην χρήση της και διαθέτει μια μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων οι οποίες παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η απόδοση των λεπτομερειών όμως, επειδή κατά το στάδιο της αποτύπωσης η γύψος δεν απαιτεί κάποια δύναμη, αναπαραγάγει τους ιστούς με μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτό το γεγονός δείχνει ότι η γύψος είναι ένα υλικό χωρίς καθόλου ελαστικότητα και μπορεί να θεωρηθεί μειονέκτημα όταν η αποτύπωση αφορά σε περιπτώσεις ασθενών με δόντια και εσοχές.<sup>36</sup>

#### ➤ **ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟ**

Είναι ένα υλικό το οποίο ξεκίνησε να χρησιμοποιείται από το 1894. Στις μέρες χρησιμοποιείται ακόμα κυρίως για το αρχικό αποτύπωμα σε εργασίες κινητής προσθετικής. Μπορεί να απαντηθεί στην αγορά εργασίας με την μορφή πλακών ή ραβδίων. Υπάρχει ποικιλία χρωμάτων. Σε κάθε σκεύασμα υπάρχει και διαφορετική σύνθεση. Κυρίως η σύνθεση τους αποτελείται από μείγματα ρητινών και κεριών. Όμως δεν τελειώνει εκεί η σύνθεση τους καθώς επίσης μπορούν να βρεθούν έκδοχα, ουσίες που προσφέρουν χρώμα και άρωμα εξίσου. Για να πούμε ένα θερμοπλαστικό ότι είναι το ιδεώδες αυτό θα πρέπει σε θερμοκρασία ελάχιστα μεγαλύτερη από αυτήν που διαθέτει η στοματική κοιλότητα να διαθέτει την μεγαλύτερη ρευστότητα

και να αποκτά στερεή μορφή σε θερμοκρασία όχι κάτω των 37° C. Τέλος σε ένα θερμοπλαστικό αποτύπωμα πρέπει όσο το δυνατόν γρηγορότερα να φτιαχτεί το εκμαγείο, διότι ακόμα και μικρή καθυστέρηση μπορεί να αποτελέσει αιτία στρέβλωσης και συσώρευσης τάσεων στο υλικό.<sup>36</sup>

#### ➤ **ΦΥΡΑΜΑ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ ΜΕ ΕΥΓΕΝΟΛΗ**

Η χρήση αυτού του υλικού γίνεται ακόμα και σήμερα για αποτυπώματα κυρίως σε ολικά νωδούς ασθενείς. Το υλικό αυτό φέρεται στην αγορά εργασίας με την μορφή πάστας σε σωληνάρια. Στο ένα από αυτά τα δυο σωληνάρια θα συναντήσει κανείς επιταχυντές του χρόνου πήξης και πλαστικοποιητικές ουσίες. Αυτό το υλικό διαθέτει όμως ένα μειονέκτημα, αυτό αποκτάται επειδή στην σύνθεση αυτού του υλικού υπάρχει η ευγενόλη. Η ευγενόλη προκαλεί εγκαύματα στους ιστούς και για αυτό το λόγο σε πολλά σκευάσματα η ευγενόλη έχει αντικατασταθεί. Συνήθως για να φτιαχτεί το αποτυπωτικό υλικό από αυτά τα δυο σωληνάρια, αναμειγνύονται ίσες ποσότητες. Ο χρόνος πήξης είναι πολυπαραγοντικός και συνήθως είναι 4.5-7'. Η αναλογία οξειδίου του ψευδαργύρου και ευγενόλης διαδραματίζει ρόλο στον χρόνο πήξης. Κάτω από αυτό το πρίσμα όταν στην σύσταση υπερτερεί το οξύτιο του ψευδαργύρου έναντι της ευγενόλης τότε ο χρόνος πήξης επεκτείνεται. Επίσης σε ποιο σωληνάριο βρίσκεται ο καταλύτης έχει σημασία. Έτσι αν είναι στο σωληνάριο με την ευγενόλη τότε θα υπάρξει αντίθετη κατάληξη. Επιπλέον όταν η σκόνη του οξειδίου του ψευδαργύρου είναι λεπτόκοκκη τότε και ο χρόνος πήξης μειώνεται. Τέλος όσο περισσότερο αναμειχθεί η ευγενόλη με το οξύτιο του ψευδαργύρου τόσο πιο γρήγορη θα είναι και η πήξη. Σε όλα αυτά που ειπωθήκαν καθοριστικό ρόλο έχει και η θερμοκρασία και η υγρασία στον χρόνο πήξης. Όταν η θερμοκρασία και η υγρασία αυξηθούν ελαττώνεται ο χρόνος πήξης.<sup>36</sup>

#### ➤ **ΑΓΑΡ-ΑΓΑΡ**

Το άγαρ είναι το πρώτο ελαστικό αποτυπωτικό υλικό το οποίο εισάχθηκε στην οδοντιατρική. Σε αυτό το υλικό συνίσταται επίσης η άμεση έγχυση γύψου για να αποφευχθούν οι μεταβολές διαστάσεων και ο εγκλεισμός εσωτερικών τάσεων. Αν αυτό δεν είναι εφικτό τότε θα πρέπει το αργότερο να γίνει έγχυση γύψου σε μια ώρα και στο χρονικό περιθώριο αυτό το αποτύπωμα θα πρέπει να βρίσκεται σε υγροσκοπικό θάλαμο με 100% υγρασία.<sup>36</sup>

#### ➤ **ΑΛΓΙΝΙΚΟ ΥΔΡΟΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ**

Είναι ένα υλικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε μετά την δεκαετία του 1930 και είναι ένα υλικό που χρησιμοποιήθηκε σε αντικατάσταση του άγαρ-άγαρ. Σήμερα θα μπορούσε κανείς να πει ότι είναι το αποτυπωτικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται πιο συχνά λόγω ευχρηστίας. Επίσης δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και είναι φθηνό. Επιπλέον τα αποτυπώματα τα οποία λαμβάνονται από αυτό το υλικό είναι επαρκή. Τα αποτυπώματα από αλγινικό έχουν μια ευελιξία. Ωστόσο αυτή είναι λιγότερη από τα αποτυπώματα του άγαρ. Ενώ είναι ανθεκτικά στις δυνάμεις θλίψης δεν έχουν την ίδια ανθεκτικότητα στις δυνάμεις εφελκυσμού. Αυτό το φαινόμενο έχει ως

αποτέλεσμα περιοχές με έντονες εσοχές να μην μπορούν να αναπαραχθούν σωστά. Κατά συνέπεια υπάρχει απόσχιση υλικού. Λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η όσο πιο ταχεία αφαίρεση του υλικού από το στόμα. Σε αυτό το υλικό επίσης οι ιδιότητες αυτού έχουν άμεση σχέση από την αναλογία σκόνης-υγρού, την σωστή ανάμιξη τους και τον χρόνο ανάμιξης.<sup>36</sup>

#### ➤ **ΕΛΑΣΤΙΚΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ**

Οι ερευνητές που ασχολούνται με την τεχνολογία των υλικών σε όλο τον κόσμο ως σκοπό είχαν την κατασκευή νέων αποτυπωμάτων τα οποία θα είχαν πιο πιστή αντιγραφή των ιστών του στόματος αλλά και θα έκαναν αυτή την διαδικασία πιο εύκολη. Με αυτό τον τρόπο στο εμπόριο εισήχθησαν υλικά τα οποία είναι σύνθετα ελαστικά και δημιουργούνται από τον πολυμερισμό διάφορων ουσιών. Αυτά τα υλικά ονομάζονται μερκαπτάνες, σιλικόνες και πολυαιθέρες. Το κύριο γνώρισμα όλων αυτών των υλικών είναι ότι είναι ελαστικά πολυμερή και διαθέτουν μεγάλο μοριακό βάρος. Αυτά τα υλικά προϋποθέτουν ότι για να γίνει η αποτύπωση στο στόμα το υλικό θα πρέπει να είναι σε κατάσταση ελαστική. Αυτά τα υλικά μπορούν να διατηρήσουν αυτή την ελαστικότητα τους για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα έπειτα από την πήξη τους. Με αυτόν τον τρόπο όταν αφαιρείται το αποτύπωμα από το στόμα αποκτούν μια στρέβλωση. Ωστόσο μετά από κάποιο χρονικό διάστημα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση. Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση εξαρτάται από το υλικό και διαφέρει. Η πήξη αυτών των υλικών είναι αποτέλεσμα του πολυμερισμού συμπύκνωσης ή του πολυμερισμού προσθήκης. Στα ελαστικά αποτυπωτικά υλικά μπορούμε να διακρίνουμε δυο στάδια πήξης χωρίς αυτό να συνδέεται από τον τρόπο που αυτά έχουν πολυμεριστεί. Το πρώτο στάδιο είναι και το στάδιο ωφέλιμου χρόνου το οποίο είναι 2-3' και μπορούν να γίνουν όλες οι εργασίες. Όταν όμως περάσει αυτό το χρονικό περιθώριο τότε το υλικό βρίσκεται στο δεύτερο στάδιο που έχει χρονικό περιθώριο 6-8'. Σε αυτό το στάδιο δεν μπορεί να γίνει καμία εργασία γιατί είχε υποστεί πλαστική παραμόρφωση. Οποιαδήποτε εργασία γίνει σε αυτό το στάδιο θα μπορούσε να προκαλέσει εγκλεισμό τάσεων οι οποίες τάσεις μπορούν μετά να αφεθούν ελεύθερες κατά την απόσπαση του αποτυπώματος από το στόμα και κατά συνέπεια να προκαλέσουν την μη σωστή αποτύπωση των ιστών.<sup>36</sup>

#### ❖ ΠΟΛΥΣΟΥΛΦΙΔΙΑ Ή ΕΛΑΣΤΙΚΟΜΕΡΗ ΜΕΡΚΑΠΤΑΝΗΣ

Οι μερκαπτάνες κατέχουν την πρώτη θέση στα ελαστικά πολυμερή υλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Τις βρίσκουμε στο εμπόριο σαν δυο πάστες σε δυο σωληνάρια. Στο ένα περιλαμβάνεται η βάση και στο άλλο ο καταλύτης. Όταν αυτά τα δυο σωληνάρια ενωθούν μεταξύ τους τότε δημιουργείται ένα υλικό το οποίο με την παρέλευση του χρόνου γίνει όλο και πιο παχύρρευστο μέχρι να καταλήξει σε μια ημιστερεά ελαστική μάζα. Ο χρόνος που οι μερκαπτάνες μπορούν να διαπλαθούν είναι 3-7' και ο χρόνος πήξης τους 8-14'. Οι μερκαπτάνες διαθέτουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να αποτυπώσουν περιοχές οι οποίες έχουν έντονες εσοχές διότι δεν σχίζονται εύκολα. Οι μερκαπτάνες οφείλουν πολλές από τις ιδιότητες τους κυρίως

στους ενισχυτικούς παράγοντες που αυτές διαθέτουν στην σύστασή τους. Ανάλογα με τις ενισχυτικές ουσίες που αυτές διαθέτουν διακρίνονται σε λεπτόρρευστες, μέσης ρευστότητας και παχύρρευστες. Στις παχύρρευστες μερκαπτάνες συναντάται μικρότερη μεταβολή διαστάσεων. Σε σύγκριση με τις σιλικόνες συμπίκνωσης οι μερκαπτάνες διαθέτουν προτιμότερη ογκομετρική σταθερότητα. Εκτός όμως από πλεονεκτήματα το υλικό αυτό διαθέτει και κάποια αρνητικά στοιχεία. Σε αυτά τα αρνητικά στοιχεία βρίσκεται το μεγάλο χρονικό περιθώριο που χρειάζονται αυτά τα υλικά για να πολυμεριστούν, δεν είναι τόσο εύχρηστα και ότι μπορούν να παραμορφωθούν ανάλογα με την θερμοκρασία αλλά και έχουν άσχημη οσμή και γεύση.<sup>36</sup>

#### ❖ ΣΙΛΙΚΟΝΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

Είναι συνθετικά πολυμερή υλικά που ως κύριο συστατικό των πολυμερών της σιλικόνης είναι το πυρίτιο. Στην οδοντιατρική γίνεται χρήση των ελαστικών μορφών της σιλικόνης. Αυτά τα υλικά βρίσκονται στο εμπόριο σε μορφή λεπτόρρευστη, μέσης ρευστότητας, παχύρρευστη και σε μορφή ζύμης ή στόκου. Είναι απαραίτητος ο κατάλληλος επιταχυντικός παράγοντας ο οποίος βρίσκεται στο εμπόριο σε μορφή πάστας ή υγρού. Για τον πολυμερισμό αυτού του υλικού απαιτείται ανάμειξη με μια συγκεκριμένη ουσία επιταχυντικού παράγοντα. Ο ωφέλιμος χρόνος των σιλικονών συμπίκνωσης είναι τα 3' και σε θερμοκρασία 37° C. Ενώ ο χρόνος που χρειάζονται για να πολυμεριστούν είναι 6-9'. Οι σιλικόνες συμπίκνωσης οφείλουν τις περισσότερες από τις ιδιότητές τους στις ενισχυτικές ουσίες που αυτές περιέχουν. Η ελαστικότητα που αυτά τα αποτυπωτικά υλικά διαθέτουν τους προσφέρει την ιδιότητα να μπορούν να αποτυπώσουν περιοχές με έντονες εσοχές χωρίς να αποσχιστούν και χωρίς να υπάρξει κάποια μεταβολή διαστάσεων. Για να μην υπάρξει κάποια μεταβολή διαστάσεων συστήνεται να εγχέεται το αποτύπωμα αμέσως με γύψο.<sup>36</sup>

#### ❖ ΠΟΛΥΑΙΘΕΡΕΣ

Τα τελευταία χρονιά στην ομάδα των ελαστικότερων υλικών αποτύπωσης βρίσκεται και μια νέα ομάδα οι πολυαιθέρες. Αυτό το υλικό προσφέρεται σε δυο σωληνάρια, όπου στο ένα περιέχεται η βάση και στο άλλο ο καταλύτης. Κύρια ιδιότητα τους είναι ότι δεν υπάρχει συστολή μετά τον πολυμερισμό. Κάτω από αυτό το πρίσμα γίνεται αντιληπτό ότι ύστερα από την απόσπαση του αποτυπώματος από το στόμα αυτό μπορεί να διατηρηθεί για αρκετά μεγάλο χρονικό περιθώριο. Τα αποτυπώματα από πολυαιθέρες δεν σχίζονται εύκολα αλλά μπορούν και με μεγάλη ευκολία να αποτυπώσουν τους οδοντικούς ιστούς. Ένα ακόμη πλεονέκτημα τους είναι ότι από ένα και μόνο αποτύπωμα μπορούν να παραχθούν περισσότερα από ένα εκμαγεία. Πάρα το γεγονός όμως ότι διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα, δεν χρησιμοποιούνται τόσο συχνά σήμερα. Ο λόγος είναι ότι μετά τον πολυμερισμό τους δεν είναι τόσο εύκαμπτα υλικά με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αναπαραχθούν σωστά περιοχές με έντονες εσοχές. Ένα ακόμα μειονέκτημα τους είναι ότι έχουν μικρό ωφέλιμο χρόνο και ότι δεν επιτρέπουν επιχάλκωση ή επαργύρωση των αποτυπωμάτων τους.

Τέλος το γεγονός ότι δεν διαθέτουν ευκαμψία τα κάνει επικίνδυνα για τραυματισμούς στο βλεννογόνο αλλά και για σπάσιμο του μελλοντικού εκμαγείου που θα φτιαχτεί από αυτά.<sup>36</sup>

## 3.2 ΕΚΜΑΓΕΙΑ

Το εκμαγείο είναι ένα πιστό αντίγραφο της στοματικής κοιλότητας πάνω στο οποίο θα ακολουθήσουν οι απαραίτητες εργαστηριακές διαδικασίες έτσι ώστε να κατασκευαστεί η προσθετική εργασία.<sup>28,32</sup>

### 3.2.1 Τύποι εκμαγείων

Τα εκμαγεία μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο κατηγορίες. Στην πρώτη βρίσκονται τα αρχικά ή εκμαγεία μελέτης, τα οποία όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους είναι για τον προϋπολογισμό του σχεδίου θεραπείας που θα ακολουθηθεί και η ανάλυση του κάθε περιστατικού. Βοηθάνε στα παραπάνω αφού σε αυτά μπορεί να δημιουργηθεί η τελική μορφή της εργασίας σε κέρινο προσχέδιο. Επίσης έπειτα από την ολοκλήρωση μιας προσθετικής εργασίας τα αρχικά εκμαγεία δίνουν την δυνατότητα ελέγχου αυτής. Για να επιτευχθεί αυτή η δυνατότητα που προσφέρουν τα αρχικά εκμαγεία πρέπει να έχουν γίνει διπλά εκμαγεία με κολοβώματα. Στην δεύτερη κατηγορία βρίσκονται τα τελικά ή εκμαγεία εργασίας, στα οποία επάνω λαμβάνουν μέρος τα στάδια κατασκευής που αφορούν το οδοντοτεχνικό εργαστήριο μέχρι να ολοκληρωθεί η προσθετική εργασία.<sup>28,32</sup>

### 3.2.2 Κατασκευή εκμαγείων

#### 3.2.2.1 Υλικά κατασκευής εκμαγείων

Τα εκμαγεία μπορούν να φτιαχτούν από μια πληθώρα υλικών. Πιο συγκεκριμένα :

1. Διάφορες μορφές οδοντιατρικής γύψου
2. Πυροχώματα
3. Εποξικές ρητίνες
4. Αμαλγάματα
5. Μέταλλα όπως χαλκός και άργιλος κυρίως για επιμετάλλωσης

#### 3.2.2.2 Τεχνική κατασκευής γύψινων εκμαγείων

Για την κατασκευή γύψινων εκμαγείων ακολουθείται μια σειρά ενεργειών. Αρχικά το αποτύπωμα το οποίο λαμβάνετε από τον οδοντίατρο και φτάνει στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο είναι απαραίτητο να απολυμάνει έτσι ώστε τυχόν βλεννώδης ουσίες να απομακρυνθούν από το αποτύπωμα. Στην συνέχεια το αποτύπωμα ξεπλένεται κάτω από τρεχούμενο χλιαρό νερό και υστέρα στεγνώνεται με αέρα. Είναι απαραίτητο το αποτύπωμα να μην έχει ίχνος νερού καθώς η παραμονή νερού σε αυτό προαναγγέλλει και την εμφάνιση φυσαλίδων κατά την εκπλήρωση του με πολτό γύψου. Ως αποτέλεσμα αυτό θα είχε ένα μη πιστό εκμαγείο. Για τον λόγο αυτό, προτείνεται αεροψεκασμός.

Σημαντικό επίσης στοιχείο είναι η καθαριότητα των δοντιών πριν την εκπλήρωση του αποτυπώματος με γύψο. Τα εργαστήρια για την αποφυγή φυσαλίδων είναι εξοπλισμένα με ειδικές συσκευές ανάμειξης σε κενό αέρα. Επειδή όμως η πλήρωση ενός αποτυπώματος με γύψο μπορεί να γίνει και σε περιβάλλον ιατρείου το οποίο δεν διαθέτει μια τέτοιου είδους συσκευή, πρέπει η πλήρωση του αποτυπώματος να γίνεται σε έναν δονητή και να ζυγίζεται τόσο η σκόνη όσο και το υγρό πριν την ανάμειξη τους. Αφού γίνει σωστά η ανάδευση της γύψου η πλήρωση του αποτυπώματος ξεκινάει με την τοποθέτηση μικρής ποσότητας γύψου από την μια πλευρά και με κλίση προς το δόντι. Καλή τοποθέτηση ποσότητας γύψου ώστε να ξεκινήσει η πλήρωση του αποτυπώματος με γύψο θεωρείται για την άνω γνάθο η υπερία πλευρά του τρίτου γομφίου και η γλωσσική πλευρά του τρίτου γομφίου για την κάτω γνάθο. Πρέπει να γίνεται σταδιακή πλήρωση της γύψου για να αποφευχθεί η εμφάνιση φυσαλίδων. Τα αποτύπωμα συμπληρώνεται με γύψο μέχρι τα όρια της ουλοπαραριακής αύλακας. Αφού γίνει αυτό, στην συνέχεια το αποτύπωμα αναστρέφεται σε μάζα γύψου ή σε ελαστική βάση η οποία περιέχει πολύ γύψο. Η αναστροφή του αποτυπώματος δεν είναι εφικτή πριν αυτή αρχίσει να πήζει. Το μικρότερο επιτρεπτό όριο πάχους του εκμαγείου κυμαίνεται από 2 έως 3 εκατοστά. Τέλος, γίνεται η επεξεργασία αυτών στο μηχάνημα διαμόρφωσης. Η διαμόρφωση των εκμαγείων γίνεται κυρίως σε αυτά τα οποία προορίζονται για διαγνωστικά.

Πολλές όμως από τις τεχνικές που ακολουθούν αφορούν και τα εκμαγεία εργασίας. Αναφορικά στην κάτω γνάθο γίνεται διαμόρφωση επίπεδης βάσης και παράλληλη προς το μασητικό επίπεδο. Στην οπίσθια περιοχή δημιουργείται μια ευθεία η οποία είναι παράλληλη με την νοητή ευθεία που περνά ανάμεσα από τα οπισθογόμφια επάρματα. Στην παριακή επιφάνεια σχηματίζεται μια ευθεία η οποία ξεκινάει από τον κυνόδοντα και καταλήγει στον δεύτερο ή τρίτο γομφίο. Η περιοχή των οπισθογομφίων επαρμάτων διαμορφώνεται διαγώνια. Στην χειλική επιφάνεια δημιουργείται μορφή τόξου στα πρόσθια δόντια. Η όψη του εκμαγείου από την κάτω πλευρά είναι εξάγωνη. Στην άνω γνάθο η βάση, οι ακιστογναθικές εντομές, η οπίσθια πλευρά και η παριακή πλευρά σχηματίζονται όπως και στο εκμαγείο της κάτω γνάθου. Στην πρόσθια περιοχή σχηματίζονται δυο επιφάνειες που ξεκινούν από τον κυνόδοντα και καταλήγουν ενωμένες υπό γωνία στους κεντρικούς τομείς. Η όψη του εκμαγείου της άνω γνάθου από κάτω είναι πεντάγωνη. Τέλος τα δυο εκμαγεία άνω και κάτω γνάθου, με την κατεύθυνση των καταγραφών που έχουν γίνει τοποθετούνται σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης και διαμορφώνεται η τελειωτική μορφή της οπίσθιας περιοχής των εκμαγείων καθώς και οι βάσεις των δυο εκμαγείων ευθυγραμμίζονται.<sup>28</sup>

### **3.3 ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΡΘΡΩΤΗΡΕΣ**

#### *3.3.1 Τι είναι ο μηχανικός αρθρωτήρας*

Ο αρθρωτήρας είναι ένα μηχανικό υποκατάστατο των κροταφογναθικών διαρθρώσεων και των γνάθων. Πάνω σε αυτό το όργανο γίνεται η ανάρτηση των εκμαγείων τόσο για

την άνω όσο και για την κάτω γνάθο. Η κύρια λειτουργία που ένας αρθρωτήρας πρέπει να διαθέτει είναι η αναπαραγωγή των κινήσεων της κάτω γνάθου όπως ακριβώς αυτές συμβαίνουν και στην πραγματικότητα στο στόμα κάθε ασθενή. Οι απαιτήσεις για όλο και πιο πιστή αναπαραγωγή των κινήσεων της κάτω γνάθου έκανε αναγκαία την κατασκευή όλο και περισσότερων αρθρωτήρων.<sup>21,28</sup>

### 3.3.2 Ταξινόμηση -Τύποι μηχανικών αρθρωτήρων

Οι αρθρωτήρες ταξινομούνται ως εξής:

1. Απλοί ή γίγγλυμοι
2. Μέσης τιμής
3. Ημιπροσαρμοζόμενοι
4. Πλήρως προσαρμοζόμενοι

**Οι γίγγλυμοι αρθρωτήρες** αποτελούνται από δυο τμήματα. Εκτελούν μόνο δυο κινήσεις της κάτω γνάθου ανάσπαση και κατάσπαση. Η μεταφορά των εκμαγείων γίνεται με την βοήθεια καταγραφής δαγκώματος και σε πλήρη συγγόμφωση αναρτώνται σε κεντρική σύγκλιση. Δεν μπορεί να αποδοθεί η ακριβής σχέση των γνάθων με αυτού του τύπου αρθρωτήρες. Ακόμα και σε μικρές έκτασης αποκαταστάσεις δεν μπορούν να ανταποκριθούν επαρκώς.<sup>21,28</sup>

**Οι μέσης τιμής αρθρωτήρες** αποτελούνται από δυο τμήματα, διαθέτουν δυο συναρθρώσεις οι οποίες αναπαραγάγουν τις κινήσεις των κροταφογοναθικών διαρθρώσεων. Η κονδυλική τροχιά σε αυτούς τους αρθρωτήρες είναι αμετάβλητη. Πιο συγκεκριμένα, είναι ρυθμισμένη στις 30°, η οποία τιμή είναι και η πιο συχνά απαντημένη τιμή. Σε μερικούς αρθρωτήρες αυτής της κατηγορίας η τομική γωνία είναι προσαρμοσμένη στις 10-15°. Σε ορισμένους από αυτή την κατηγορία αρθρωτήρες υποστηρίζεται και η ρύθμιση της τομικής γωνίας. Οι αρθρωτήρες αυτοί επιτρέπουν ανάσπαση, κατάσπαση αλλά και τις έκκεντρες κινήσεις της κάτω γνάθου. Μερικοί από αυτούς διαθέτουν προσωπικό τόξο για την σωστή τοποθέτηση του άνω εκμαγείου. Για μια όσο το δυνατόν πιστότερη αναπαραγωγή θα πρέπει τα εκμαγεία να αναρτώνται έτσι ώστε το μεσοτομικό σημείο να βρίσκεται σε απόσταση περίπου 11 εκατοστά από τον εγκάρσιο γίγγλυμο άξονα του αρθρωτήρα. Αυτοί οι αρθρωτήρες εκτελούν ορισμένες κινήσεις της κάτω γνάθου ωστόσο δεν είναι πιστή αναπαραγωγή των πραγματικών.<sup>21,28</sup>

**Τους ημιπροσαρμοζόμενους αρθρωτήρες** θα μπορούσε κανείς να τους χαρακτηρίσει ως τα πιο ενδιαφέρον όργανα αναπαραγωγής των κινήσεων της κάτω γνάθου. Αυτό συμβαίνει γιατί είναι εύκολοι στην χρήση τους, αλλά και καλύπτουν πολλές από τις βασικές προϋποθέσεις ενός καλού αρθρωτήρα. Αυτή η κατηγορία αρθρωτήρων διαθέτει μερικά θετικά χαρακτηριστικά. Πιο αναλυτικά οι αρθρωτήρες αυτής της κατηγορίας μπορούν να υποστηρίξουν καταγραφές με προσωπικό τόξο με σκοπό την αντιγραφή του διακονδυλικού άξονα περιστροφής. Επιπλέον ο κατακόρυφος άξονας περιστροφής του εργαζόμενου κονδύλου μπορεί να αναπαραχθεί είτε πλήρως είτε σε μια μέση τιμή. Τέλος

τα κονδυλικά στοιχεία είναι ικανά να προσαρμόζονται σε κονδυλική τροχιά, αλλά και τόσο η τομική βελόνα όσο και η τομική τράπεζα ρυθμίζονται.

Παρόλα τα πλεονεκτήματά τους, διαθέτουν και ορισμένα αρνητικά χαρακτηριστικά. Αρχικά, η μεσοκονδυλική τους απόσταση είτε ρυθμίζεται ανά 7 χιλιοστά είτε δεν ρυθμίζεται. Επιπλέον, στους ημιπροσαρμοζόμενους αρθρωτήρες η αφετηρία της κίνησης και η τελική θέση μόνο αναπαρίστανται σωστά. Η συνολική κίνηση αν και καμπυλόγραμμη, στους ημιπροσαρμοζόμενους αρθρωτήρες διαγράφεται ως ευθύγραμμη. Στους ημιπροσαρμοζόμενους αρθρωτήρες όχι μόνο η κίνηση αλλά και ο άξονας περιστροφής τους δεν είναι δυνατόν να αποτυπωθεί πιστά. Συνέπεια αυτών των φαινομένων είναι η κίνηση Bennett και οι κατακόρυφοι άξονες να μην ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Παράλληλα με τα παραπάνω, οι ημιπροσαρμοζόμενοι αρθρωτήρες στέκονται ανεπαρκείς στην αναπαραγωγή των έκκεντρων κινήσεων της κάτω γνάθου όπως είναι οι φυσιολογικές.<sup>21,28</sup>

Οι ημιπροσαρμοζόμενοι αρθρωτήρες χωρίζονται σε δυο ομάδες με βάση την τοποθεσία των κονδυλικών στοιχείων, αυτοί χωρίζονται σε "Arcop" και "Non Arcop". Η λέξη ARCON προέρχεται από έναν αρθρωτήρα δημιουργήμα του Bengstrom και από τα πρώτα γράμματα των λέξεων ARticator CONdyle. Στους Arcop τα κονδυλικά στοιχεία τοποθετούνται στο κάτω μέρος τους. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό αυτών των αρθρωτήρων είναι ότι έχουν δυνατότητα ρύθμισης εφόσον έχουν παρθεί στατικές καταγραφές τόσο του εργαζόμενου όσο και του μη εργαζόμενου κονδύλου σε θέση πλαγιολίσθησης καθώς επίσης και σε προολίσθηση. Αντίθετα στους Non Arcop τα κονδυλικά στοιχεία τοποθετούνται στο άνω μέρος. Αυτοί δηλαδή οι αρθρωτήρες λειτουργούν αντίθετα από το φυσιολογικό. Στο ανθρώπινο στόμα κινείται η κάτω γνάθος ενώ σε αυτού του είδους τους αρθρωτήρες κινείται η άνω.<sup>21,28</sup>

Πιο πιστή αναπαραγωγή κινήσεων μπορούν να προσφέρουν οι Arcop αρθρωτήρες. Συνοψίζοντας, τέτοιου είδους αρθρωτήρες (ημιπροσαρμοζόμενοι) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ολικών οδοντοστοιχιών, μικρής έκτασης ακίνητων προσθέσεων καθώς και για εκλεκτικό τροχισμό.<sup>21,28</sup>

**Οι πλήρως προσαρμοζόμενοι ή ρυθμιζόμενοι αρθρωτήρες** είναι αυτοί που έχουν την ικανότητα αναπαραγωγής όλων των κινήσεων της κάτω γνάθου. Αυτό συμβαίνει με την λήψη τρισδιάστατων καταγράφων και με την βοήθεια ειδικών παντογραφικών συσκευών, οι οποίες αντιγράφουν όλο το κινησιολόγιο της κάτω γνάθου είτε ενδοστοματικά είτε εξωστοματικά.<sup>21,28</sup>

Οι αρθρωτήρες παραπάνω ταξινομούνται σε δυο ομάδες: τους παντογραφικούς και τους στερεογραφικούς.<sup>21,28</sup>

### Επιλογή Αρθρωτήρα

Υπάρχουν πολλές θεωρίες και ο κάθε επιστήμονας έχει τις δικές τους θεωρίες και πεποιθήσεις σχετικά με το ποιος αρθρωτήρας είναι ο πιο ιδανικός. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές απόψεις ερευνητών παρακάτω. Ο Weinberg (1963) θεωρεί ότι ένας



πλήρως προσαρμοζόμενος αρθρωτήρας με ενδοστοματικές καταγραφές μπορεί να μειώσει στο ελάχιστο τα σφάλματα στις προσθετικές εργασίες. Ο Celenza (1979) υποστηρίζει ότι σε ενδεχομένη μετατροπή του συγκλεισιακού σχήματος πρέπει να γίνεται χρήση ενός πλήρως προσαρμοζόμενου αρθρωτήρα. Ο Guichet (1979) πιστεύει ότι αν πρόκειται για προσθετικές αποκαταστάσεις στις οποίες λαμβάνουν μέρος τα δυο ή τρία τελευταία δόντια του αντίστοιχου φραγμού τότε προτείνει την χρήση των παντογράφων Denar και ενός πλήρως προσαρμοζόμενου αρθρωτήρα Denar. Άλλοι έχουν εντελώς διαφορετική άποψη και θεωρούν ότι δεν υπάρχει ένας ιδανικός αρθρωτήρας στον οποίο μπορούν να κατασκευάζονται όλες οι προσθετικές εργασίες. Πιστεύουν ότι η επιλογή είναι ανάλογη του κάθε περιστατικού αλλά και στην κρίση του θεράποντα ιατρού.<sup>28</sup>

Άλλοι ερευνητές έκαναν προσπάθεια ώστε να φτιάξουν κάποιες προϋποθέσεις οδοντικών αποκαταστάσεων οι οποίες θα ταιριάζουν με κάποιον συγκεκριμένο αρθρωτήρα. Πρότειναν έτσι ότι για μεμονωμένες αποκαταστάσεις ιδανικός αρθρωτήρας είναι ένας μη προσαρμοζόμενος με ιδανική κλίση κονδυλικής 20 μοιρών. Για αποκαταστάσεις μερικής νωδότητας προτάθηκε ο ημιπροσαρμοζόμενος αρθρωτήρας. Τέλος, για ολικά νωδούς ασθενής ή περιστάσεις με νωδότητα σε ολόκληρο τεταρτημόριο αλλά και σε μεταβολή της κάθετης διάστασης προτείνεται ο πλήρως προσαρμοζόμενος αρθρωτήρας.<sup>28</sup>

Αν και οι πλήρως προσαρμοζόμενοι αρθρωτήρες είναι αυτοί που θεωρούνται ανώτεροι όλων, το κόστος, η πολυπλοκότητα προγραμματισμού τους καθώς και το ενδεχόμενο συσσώρευσης μικρών λαθών περιορίζει την χρήση τους. Στην Ελλάδα, οι αρθρωτήρες με τις περισσότερες χρήσεις είναι οι ημιπροσαρμοζόμενοι αρθρωτήρες και ανά τον κόσμο όμως η χρήση τους υπερβαίνει την χρήση άλλων αρθρωτήρων και κυρίως γίνεται χρήση ημιπροσαρμοζόμενων αρθρωτήρων με σταθερές τιμές.<sup>28</sup>

Συμπερασματικά, οι κατασκευαστικά αναβαθμισμένοι ημιπροσαρμοζόμενοι αρθρωτήρες, είτε χρησιμοποιούνται με ρυθμίσεις είτε ως μέσης τιμής, προσφέρουν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα που απαιτούν ελάχιστες τροποποιήσεις στο στόμα.<sup>28</sup>

### **3.4 ΕΞΩΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ. Προσωπικά τόξα**

Το προσωπικό τόξο είναι ένα εργαλείο το οποίο προσδιορίζει την θέση της άνω γνάθου τρισδιάστατα μέσα στον χώρο, σε σχέση με κάποια ανατομικά στοιχεία ως σημεία αναφοράς. Αυτή η καταγραφή του προσωπικού τόξου μεταφέρεται σε κάποιον αρθρωτήρα.<sup>28</sup>

Η πρώτη μορφή του προσωπικού τόξου δόθηκε από τον Richmond S.Hayes το 1889, στην προσπάθεια του να προσδιορίζει την σωστή θέση των εκμαγείων στο πρώτο αρθρωτήρα, ο οποίοςο εξίσου ήταν δικό του δημιούργημα. Το προσωπικό τόξο που κατασκεύασε ο Hayes το ονόμασε “articulating caliper”.<sup>28</sup>

Το προηγούμενο στάδιο από το τωρινό προσωπικό τόξο αποτελεί το προσωπικό τόξο του George Snow που δημιουργήθηκε το 1899 και γίνεται γνώριμο με την ονομασία snow-instrument. Ο πρώτος που παρουσίασε την τεχνική καταγραφής της ανατομικής σχέσης μεταξύ άνω γνάθου και διακονδυλικού άξονα ήταν ο George Snow. Οι καταγραφές του προσωπικού τόξου βοηθάνε έτσι ώστε το εκμαγείο της άνω γνάθου να έχει σταθερότητα κατά την διάρκεια που αυτό αναρτάται. Παράλληλα, το προσωπικό τόξο είναι ικανό να μεταφέρει στον αρθρωτήρα την θέση των οδοντικών φραγμών και στις τρεις διαστάσεις του χώρου ως προς τον οριζόντιο επίπεδο. Τέλος, ένα προσωπικό τόξο διαθέτει την ικανότητα να μεταφέρει πιο πιστά τις πορείες που τα δόντια σχηματίζουν κατά την διάρκεια των έκκεντρων κινήσεων.<sup>28</sup>

Σήμερα τα προσωπικά τόξα ταξινομούνται σε δυο ομάδες, τα κινηματικά τόξα και τα προσωπικά τόξα με τα οποία η καταγραφή του διακονδυλικού άξονα γίνεται με βάση την εμπειρία και ανεξέλεγκτα. Στην δεύτερη αυτή κατηγορία υπάγονται τα αυτοκεντρούμενα ή ωτικής προσαρμογής προσωπικά τόξα ή τα κονδυλικού τύπου προσωπικά τόξα.<sup>28</sup>

Τα κινηματικά προσωπικά τόξα είναι άμεσα συνδεδεμένα και με την χρήση ενός πλήρως ρυθμιζόμενου αρθρωτήρα, αφού η χρήση ενός τέτοιου αρθρωτήρα κρίνεται επιτακτική. Αυτά τα προσωπικά τόξα είναι ικανά να μεταφέρουν πιστά τον γίγγλυμο άξονα. Πρόκειται για ένα εργαλείο με εξαιρετικά ορθές καταγραφές. Ωστόσο αυτό το πλεονέκτημα σε μια αποκατάσταση μπορεί να αποβεί καταστροφικό, αφού έστω και μικρά λάθη στη χρήση αυτού αν συσσωρευτούν καταλήγουν σε μια αποκατάσταση υποδεέστερη με αυτή που θα είχε κατασκευαστεί με όχι τόσο περίπλοκα εργαλεία και σωστούς χειρισμούς. Παράλληλα, είναι εργαλεία που χρειάζονται χρόνο για να αποδώσουν ορθές καταγραφές αλλά και δεν έχει αποδειχτεί με επιχειρήματα η ανωτερότητα τους σε κλινική εφαρμογή. Όλα τα παραπάνω απομόνωσαν την χρήση των κινηματικών προσωπικών τόξων για ερευνητικούς σκοπούς.<sup>28</sup>

Τα αυτοκεντρούμενα ή ωτικής προσαρμογής προσωπικά τόξα αποτελούνται από ένα εξωστοματικό τόξο που καταλήγει οριζόντια σε δυο άκρα δεξιά και αριστερά, τα οποία εφαρμόζουν στον έξω ακουστικό πόρο του αυτιού και διαθέτουν βαθμονομημένο μετρητή. Παράλληλα, στο μπροστινό τμήμα το προσωπικό τόξο φέρει ακόμα δυο σφιγκτήρες. Ο ένας εισέρχεται στην στοματική κοιλότητα και καταγραφεί τις επαφές των δοντιών της άνω γνάθου και ο άλλος εισέρχεται σε ένα σταθερό ανατομικό σημείο. Αυτό το σταθερό ανατομικό σημείο μπορεί να είναι είτε το κόγχιο σημείο, το μεσόφριο ή η βάση της ρινοχειλικής αύλακας.<sup>28</sup>

Τα προσωπικά τόξα κονδυλικού τύπου διαφέρουν μόνο με τα προηγούμενης κατηγορίας που αναφέρθηκε παραπάνω στις απολήξεις των κάρων. Σε αυτή την κατηγορία τα άκρα δεξιά και αριστερά εφαρμόζουν στο κέντρο περιστροφής των κονδύλων.<sup>28</sup>

### **Αναγκαιότητα και αξία χρήσης των καταγράφων με προσωπικό τόξο**

Όπως προαναφέρθηκε τα κινηματικά προσωπικά τόξα είναι αυτά που προσφέρουν τις πιο πιστές καταγραφές. Ωστόσο, ο μεγάλος χρόνος χειρισμοί που αυτά απαιτούν και η πολυπλοκότητα τους περιορίζει την χρήση τους. Βιβλιογραφικά, τα ωτικά προσωπικά

τόξα καταγράφουν σε ποσοστό 80% μια περιοχή ακτίνας 6 χιλιοστών από τον γίγγλυμο άξονα που θα κατέγραφε ένα προσωπικό τόξο κινηματικού τύπου. Αυτές οι καταγραφές οδηγούν σε μικρές ενδοστοματικές αποκλίσεις οι οποίες μπορούν να μειωθούν στο ελάχιστο εάν η καταγραφή των σχέσεων των γνάθων γίνει στην ορθή κατακόρυφη θέση και χωρίς να απαιτείται χρήση προσωπικού τόξου.<sup>28</sup>

Σε όλα τα παραπάνω, καθοριστική σημασία έχει το πάχος του υλικού καταγραφής. Αυτό πρέπει να διαθέτει το πιο μικρό πάχος για όσο πιο πιστή καταγραφή και λιγότερα σφάλματα.<sup>28</sup>

Σε μελέτες που έγιναν με στατιστική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι οι αναρτήσεις που έγιναν με τη χρήση ωτικού προσωπικού τόξου ή κονδυλικού τύπου δεν είχαν αξιοσημείωτες διαφορές με αυτές που έγιναν χωρίς την βοήθεια προσωπικού τόξου.<sup>28</sup>

Φτάνοντας σιγά σιγά στο σήμερα, βλέπουμε ότι η χρήση των προσωπικών τόξων έχει περιοριστεί για αισθητικούς μόνο σκοπούς. Κυρίως χρήση τους γίνεται για πρόσθιες αποκαταστάσεις ή για ολικές αποκαταστάσεις με στόχο την απεικόνιση των οδοντικών φραγμών άνω και κάτω γνάθου στις 3 διαστάσεις του χώρου.<sup>28</sup>

### 3.5. ΕΝΔΟΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ

Ορίζεται η καταγραφή των θέσεων των δοντιών όσο και οι σχέσεις αυτών ή των οδοντικών τόξων μεταξύ τους. Ενδοστοματικές καταγραφές είναι δυνατόν να γίνουν στην μεγίστη συναρμογή, στην κεντρική σχέση, στην πρόσθια τομική τροχιά, στις έκκεντρες θέσεις και τέλος καταγραφές μπορούν να γίνουν και στις γνάθους όταν πρόκειται για αποκαταστάσεις μερικής ή ολικής νωδότητας. Ως υλικά καταγραφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν κεριά, κεριά με ρινίσματα μετάλλου ή ενσωματωμένο φύλλο αλουμίνιου, κεριά με κομμάτι γάζας, σιλικόνες, πολυβινιλοσιλοξάνες, γύψος, πολυαίθερες, ακρυλική ή σύνθετη ρητίνη ή συνδυασμός υλικών.<sup>28,29</sup>

#### 3.5.1 καταγραφή κεντρικής σχέσης

Κεντρική σχέση όπως έχει περιγράψει και παραπάνω είναι μια σχέση γνάθων όπου σε αυτήν την κατάσταση οι κόνδυλοι βρίσκονται στην πιο πάνω, μπροστά και μέσα θέση στην κροταφική γλήνη. Αυτό συνεπάγεται λοιπόν, ότι ανωμαλία ή κακή λειτουργία της κροταφογναθικής διάρθρωσης κάνει την καταγραφή της κεντρικής σχέσης ακατόρθωτη. Η καταγραφή της κεντρικής σχέσης εφόσον γίνει μεταφέρεται στο άνω εκμαγείο στον αρθρωτήρα και προσανατολίζει αυτό σε σχέση με το κάτω. Η καταγραφή της κεντρικής σχέσης κρίνεται απαραίτητη

- Σε μεγάλες έκτασης νωδότητας αποκαταστάσεις
- Σε ολικά νωδές αποκαταστάσεις
- Όταν η εκ νέου διαμόρφωση συγκλεισιακού σχήματος είναι αναγκαία
- Όταν για λόγους διάγνωσης είναι απαραίτητη η λειτουργική εξέταση της σύγκλεισης

Η καταγραφή της κεντρικής σύγκλεισης μπορεί να γίνει είτε με την βοήθεια πλάκας κεριού είτε με την βοήθεια προσθίου απρογραμματίστη.<sup>28,29</sup>

### *3.5.2 Καταγραφή πρόσθια τομικής τροχιάς*

Η μεταφορά καταγραφής της πρόσθιας τομικής τροχιάς στον αρθρωτήρα γίνεται με δυο τρόπους. Στον πρώτο τρόπο γίνεται χρήση της μηχανικής τομικής τράπεζας. Η προηγούμενη έχει την ικανότητα να περιστρέφεται πρόσθια ή οπίσθια με σκοπό την αναπαράσταση της πρόσθιας καθοδήγησης. Επιπλέον διαθέτει πλάγια στελέχη για την αναπαράσταση και των πλάγιων κινήσεων. Η ικανότητα όμως της μηχανικής τομικής τράπεζας, να μεταφέρει με ακρίβεια τις ήδη υπάρχουσες υπερώιες επιφάνειες των φυσικών δοντιών στις προσθετικές αποκαταστάσεις υστερεί. Στον δεύτερο τρόπο, γίνεται χρήση της εξατομικευμένης τομικής τράπεζας. Η εξατομικευμένη τομική τράπεζα είναι μια κατασκευή φτιαγμένη από ακρυλική ρητίνη. Αυτή η κατασκευή είναι ικανή να καταγράψει επακριβώς τις πρόσθιες οδοντικές επαφές σε έναν αρθρωτήρα προσδιορίζοντας την επιρροή αυτών στις οριακές κινήσεις της κάτω γνάθου.<sup>28,29</sup>

### *3.5.3 Έκκεντρες συγκλεισιακές καταγραφές*

Οι έκκεντρες καταγραφές βοηθούν στην καταμέτρηση της κλίσης της κονδυλικής τροχιάς. Η κλίση της κονδυλικής τροχιάς διαφέρει από άτομο σε άτομο, αλλά διαφέρει και ανάμεσα στους δυο κονδύλους του ίδιου ατόμου. Από διάφορες καταγραφές που έχουν γίνει κατά καιρούς η τιμή της κλίσης της κονδυλικής τροχιάς υπολογίζεται από 22° έως 65°. Αυτές οι καταγραφές φαίνονται χρήσιμες στην ρύθμιση των κονδυλικών στοιχείων των ημιπροσαρμοζόμενων αρθρωτήρων. Το υλικό καταγραφής αυτών των θέσεων βρίσκεται ανάμεσα στους δυο οδοντικούς φραγμούς κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης αυτών των κινήσεων. Πιο συγκεκριμένα με την καταγραφή σε θέση προολίσθησης ρυθμίζεται η κονδυλική κλίση του αρθρωτήρα ενώ στις καταγραφές σε δεξιά και αριστερά πλαγιολίσθηση ρυθμίζεται η πλάγια μετατόπιση.<sup>28,29</sup>

### *3.5.4 καταγραφή σχέσεων γνάθων σε μερική ή ολική νωδότητα*

Όταν τα δόντια που έχουν παραμείνει στον φραγμό δεν είναι ικανά για να μεταφέρουν κάποιο συγκλεισιακό σχήμα, τότε η καταγραφή κεντρικής σχέσης όπως προαναφέρθηκε κρίνεται αδύνατη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, για την σωστή καταγραφή, είναι απαραίτητη η κατασκευή μιας βάσης από ακρυλική ρητίνη. Πάνω σε αυτή τη βάση κατασκευάζονται κέρνα ύψη. Όλη αυτή η κατασκευή εδράζεται στα εκμαγεία στα οποία θα γίνει ανάρτηση.<sup>28,29</sup>

## ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΜΕΣΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΛΕΙΣΙΑΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΟΝΤΙΚΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΣΤΟ ΟΔΟΝΤΟΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

#### 4.1 ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ - ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΜΑΓΕΙΟ

##### 4.1.1 Ψηφιακά μέσα ενδοστοματικής απεικόνισης

Στην σήμερον ημέρα που πολλά συστήματα CAD/CAM έχουν έρθει στον χώρο της οδοντιατρικής και συνάμα στον χώρο της οδοντικής τεχνολογίας έχουν κάνει την ψηφιακή αποτύπωση μέρος της καθημερινότητας. Αυτό σημαίνει ότι τα ενδοστοματικά ψηφιακά αποτυπώματα έχουν γίνει μέρος μιας καθημερινής εργασίας διότι πλέον κατασκευάζονται πολλές ψηφιακές εργασίες πέραν από τον συμβατικό τρόπο ροής εργασιών που ήδη γνωρίζαμε. Ακόμα οι ενδοστοματικές ψηφιακές αποτυπώσεις ενέχουν αρκετά εμπόδια. Ένα από αυτά τα προβλήματα είναι ότι ορισμένα συστήματα για την αποτύπωση χρειάζονται τα δόντια πριν την αποτύπωση να έχουν ψεκαστεί με ένα στρώμα πούδρας. Το ανομοιογενές πάχος της σκόνης μπορεί να μεταμορφώσει το περίγραμμα των δοντιών. Ένα άλλο πρόβλημα με την χρήση ενδοστοματικών ψηφιακών αποτυπώσεων, μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια σάρωσης. Πιο συγκεκριμένα, κατά την διαδικασία που γίνεται η σάρωση ο σαρωτής μπορεί να μετατοπιστεί.<sup>37</sup>

Τα κύρια συστήματα ψηφιακής αποτύπωσης που διατίθενται σήμερα στην αγορά περιλαμβάνουν τα CEREC, Lava C.O.S. σύστημα, iTero, E4D, and TRIOS. Διαφέρουν μεταξύ τους σε κάποια βασικά χαρακτηριστικά όπως η αρχή λειτουργίας, η πηγή φωτός, μερικά από αυτά χρειάζονται ψεκασμό σκόνης ενώ αλλά όχι και τέλος διαφέρει σε τι μορφή αρχείου τα στοιχεία που αυτά έχουν συλλέξει θα εξαχθούν από αυτά.<sup>37</sup>

Ξεκινώντας με το σύστημα **CEREC 1** (Sirona, Bensheim, Γερμανία), αυτό κυκλοφόρησε στην αγορά το 1987 μαζί με το σύστημα Duret. Είναι η πρώτη συσκευή ενδοστοματικής ψηφιακής αποτύπωσης και CAD/CAM. Το σύστημα αυτό είναι σχεδιασμένο με την τριγωνοποίηση του φωτός, αυτό σημαίνει ότι τρεις γραμμικές δέσμες φωτός ενώνονται και επικεντρώνονται σε ένα συγκεκριμένο σημείο του τρισδιάστατου χώρου. Σε περιοχές μειωμένου φωτός ανάλογα και η ακρίβεια σάρωσης είναι μειωμένη. Για αυτό τον λόγο κρίνεται επιτακτικής ανάγκης η χρήση σκόνης διοξειδίου του τιτανίου έτσι ώστε το φως να διασπείρεται ομοιόμορφα. Το πιο γνωστό σύστημα CEREC είναι το σύστημα τέταρτης γενιάς, **CEREC AC Bluecam**. Ως πηγή φωτός χρησιμοποιεί ένα ορατό μπλε φως το οποίο προβάλλεται από μια μπλε δίοδο LED. Η συσκευή CEREC AC Bluecam έχει την δυνατότητα καταγραφής ενός τεταρτημόριου σε ένα λεπτό ενώ έχει την δυνατότητα να καταγράψει τους ανταγωνιστές σε μόλις λίγα δευτερόλεπτα. Το πιο πρόσφατο σύστημα

CEREC, είναι το **CEREC AC Omnicam**, το οποίο εμφανίστηκε στην αγορά το 2012. Το σύστημα CEREC AC Omnicam διαφέρει στην απεικόνιση με το σύστημα CEREC AC Bluecam. Στην απεικόνιση με το σύστημα CEREC AC Bluecam γίνεται απλή λήψη εικόνας ενώ στην απεικόνιση με το σύστημα CEREC AC Omnicam η απόκτηση του τρισδιάστατου μοντέλου γίνεται μέσω μιας διαδοχικής απόκτησης δεδομένων. Το σύστημα CEREC AC Omnicam είναι ικανό να χρησιμοποιηθεί για την αποτύπωση για ένα μόνο δόντι, τεταρτημόριο ή πλήρες οδοντικό τόξο σε αντίθεση με το σύστημα CEREC AC Bluecam το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για ένα δόντι ή τεταρτημόριο. Το σύστημα CEREC AC Omnicam μπορεί να σαρώσει χωρίς να τοποθετηθεί πούδρα στα δόντια και να δώσει ακριβείς εικόνες 3D και με φυσικό χρώμα. Τέλος αξίζει να επισημανθεί ότι το σύστημα CEREC είναι ένα κλειστό σύστημα που τα δεδομένα ψηφιακής εντύπωσης τα οποία εξάγονται από αυτό χρησιμοποιούνται μόνο από συσκευές CAM της Sirona, όπως το CEREC MC και το CEREC In - Lab.<sup>37</sup>

Το δεύτερο σύστημα ενδοστοματικής ψηφιακής απεικόνισης είναι το **Lava™ C.O.S.** (Lava Chairside Oral Scanner, 3M ESPE, Seefeld, Germany). Το Lava™ C.O.S. είναι μια ενδοστοματική συσκευή ενδοστοματικής αποτύπωσης που εφευρέθηκε το 2006 αλλά κυκλοφόρησε το 2008. Διαθέτει 3 αισθητήρες οι οποίοι έχουν την ικανότητα να λαμβάνουν εικόνες από διαφορετικές οπτικές γωνίες στον ίδιο χρόνο. Επίσης έχουν την ικανότητα να λαμβάνουν 20 τρισδιάστατα σύνολα δεδομένων το δευτερόλεπτο, ενσωματώνοντας με αυτόν τον τρόπο πάνω από 10.000 σημεία δεδομένων σε κάθε σάρωση. Όπως γίνεται αντιληπτό το σύστημα αυτό παράγει μια ακριβή σάρωση και διασφαλίζει μια αρκετά καλή ποιότητα εικόνας. Επιπλέον το σύστημα Lava™ C.O.S. διαθέτει το μικρότερο πλάτος σε σαρωτή μόλις 13,2 mm. Ο σαρωτής παράγει παλλόμενο ορατό μπλε φως ως πηγή φωτός και το σύστημα αυτό λειτουργεί με έναν φορητό υπολογιστή και με μια οθόνη αφής. Όπως και το σύστημα CEREC AC Bluecam έτσι και το Lava™ C.O.S. απαιτεί ένα στρώμα επικάλυψης πούδρας στις επιφάνειες των δοντιών πριν γίνει η σάρωση. Ένα πλεονέκτημα του συστήματος Lava™ C.O.S. είναι ότι την ώρα που ο οδοντίατρος σαρώνει μια περιοχή, αυτή η περιοχή αυτόματα μεταφέρεται στην οθόνη αφής και έτσι τυχόν λάθη που έχουν γίνει κατά την σάρωση είναι εφικτό να διορθωθούν. Αφού ληφθούν όλες οι κατάλληλες και απαραίτητες από την σάρωση του παρασκευασμένου δοντιού το υπόλοιπο τόξο πρέπει να σαρωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση που κάποια περιοχή δεν σαρωθεί καλά, ο οδοντίατρος πρέπει να την σαρώσει ξανά και το λογισμικό θα προσθέσει αυτή την σάρωση αυτόματα. Στην συνέχεια οι ανταγωνιστές σαρώνονται με τον ίδιο τρόπο και τέλος γίνεται η σάρωση από την παρειακή πλευρά των δοντιών και το σύστημα αυτόματα αρθρώνει την άνω με την κάτω γνάθο.<sup>37</sup>

Το Σύστημα **iTero**, παρουσιάστηκε από την Cadent Inc (Carstadt, NJ) το 2007. Έχει την δυνατότητα μόλις σε μια σάρωση να συλλέξει 100.000 σημεία φωτός λέιζερ. Αυτό το σύστημα παρέχει ακριβή δεδομένα για τις επιφάνειες των δοντιών. Το σύστημα αυτό επίσης δεν χρειάζεται επικάλυψη των δοντιών πριν την σάρωση. Ως πηγή φωτός χρησιμοποιεί το κόκκινο λέιζερ. Το σύστημα αυτό αποτελείται έναν υπολογιστή, ένα

ποντίκι, ένα ηλεκτρολόγιο και έναν σαρωτή. Κατά την σάρωση, εάν ο σαρωτής κουνηθεί και ανιχνευτεί αυτό τότε κρίνεται απαραίτητη μια νέα σάρωση. Μόλις το παρασκευασμένο δόντι σαρωθεί επαρκώς γίνεται μια σάρωση στο υπόλοιπο τόξο καθώς και στους ανταγωνιστές υπό γωνία 45° και από την παρειακή και από την γλωσσική πλευρά. Τέλος λαμβάνεται μια σάρωση της κεντρικής απόφραξης του ασθενούς έτσι ώστε το σύστημα αυτόματα να καταχωρήσει το δάγκωμα του ασθενούς. Με το εργαλείο αυτό ο κλινικός γιατρός μπορεί να δει τον χώρο απόφραξης που έχει δημιουργηθεί ανάμεσα στα παρασκευασμένα δόντια και στον αντίθετο φραγμό και αν αυτό δεν επαρκεί να το διαμορφώσει κατάλληλα. Αφού γίνουν οι προσαρμογές με νέες σαρώσεις, οι αλλαγές καταγράφονται αυτόματα. Το σύστημα iTero είναι ένα ανοικτό σύστημα και εξάγει ψηφιακά αρχεία εικόνας σε μορφή STL, τα οποία μπορούν να κοινοποιηθούν σε οποιαδήποτε άλλο εργαστήριο εξοπλισμένο με σύστημα CAD/CAM.<sup>37</sup>

Έπειτα υπάρχει το σύστημα **E4D** αναπτύχθηκε από την D4D Technologies, LLC (Richardson, TX). Ως πηγή φωτός χρησιμοποιεί το κόκκινο λέιζερ. Το λέιζερ αυτό είναι ένα υψηλής ταχύτητάς και για να παράγει μια τρισδιάστατη εικόνα σχηματίζει μια ψηφιακή αποτύπωση των παρασκευασμένων και εγγύς δοντιών. Η τεχνολογία αυτή λέιζερ παγιδεύει εικόνες από κάθε γωνία. Το σύστημα αυτό έχει την ικανότητα να λειτουργεί χωρίς την επικάλυψη των επιφανειών των δοντιών με πούδρα. Ο σαρωτής είναι αναγκαίο να βρίσκεται σε μια απόσταση από την επιφάνεια την οποία σαρώνεται. Το σύστημα θα ενσωματώσει όλες τις εικόνες που έχουν παραχθεί σε μια πλήρη τρισδιάστατη αποτύπωση. σε αντίθεση με τα συστήματα που έγινε αναφορά παραπάνω, σε αυτό το σύστημα η αποφρακτική σχέση δεν λαμβάνεται με σάρωση όταν το στόμα είναι κλειστό. Σε αυτό το σύστημα η αποφρακτική σχέση δημιουργείται αφού κοπεί ένα αποτυπωτικό υλικό και τοποθετηθεί στην κορυφή του παρασκευασμένου δοντιού χωρίς να επικαλύπτει τα παρακείμενα δόντια. Ο σαρωτής καταγραφεί τον συνδυασμό του υλικού καταγραφής και των εγγύς δοντιών. Το αρχείο του συστήματος E4D μπορεί να μετατραπεί σε αρχείο STL, πληρώνοντας ένα αντίτιμο στην D4D Technology. Έτσι τα δεδομένα ψηφιακής αποτύπωσης που παράγονται με αυτό το σύστημα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από αλλά σύστημα CAD/CAM. Με αυτό το τρόπο, το σύστημα E4D θεωρείται ως μια ημιανοικτή συσκευή. Όπως τα συστήματα CEREC AC Bluecam και Omnicam, έτσι και το σύστημα E4D μπορεί να λειτουργήσει ως μια συσκευή την οποία μπορεί να την χρησιμοποιήσει ο οδοντίατρος με σκοπό την θεραπεία σε μόλις μια επίσκεψη.<sup>37</sup>

Ένα επιπλέον σύστημα που χρησιμοποιείται πολύ είναι το **TRIOS**. Στην αγορά κυκλοφόρησε το 2011 από την 3Shape (Κοπεγχάγη, Δανία) ενώ κατασκευάστηκε το 2010. Με ταχύτητα σάρωσης έως και 3.000 εικόνες το δευτερόλεπτο. Είναι ένα σύστημα που δεν χρειάζεται οι επιφάνειες των δοντιών να επικαλυφθούν με πούδρα πριν την διαδικασία σάρωσης. Το TRIOS περιλαμβάνει δύο μέρη: TRIOS® Cart και TRIOS® Pod. Το τελευταίο προσφέρει καλύτερη κίνηση και ευελιξία λόγω ότι είναι μια απλή κατασκευή με έναν σαρωτή, ο οποίος συνδέεται και με άλλους υπολογιστές. Και ο TRIOS® Cart και ο TRIOS® Pod σαρωτής μπορούν να χρησιμοποιήσουν προγράμματα όπως TRIOS®

Standard ή ένα πρόγραμμα λύσης TRIOS® Color με το τελευταίο να έχει ικανότητα σύλληψης του χρώματος των δοντιών και των μαλακών ιστών. Τέλος το TRIOS είναι ένα ανοικτό σύστημα που μπορεί να εξαγάγει τρισδιάστατα δεδομένα.<sup>37</sup>

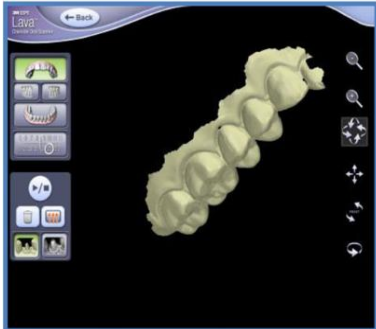
Εκτός από τα πέντε συστήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και αλλά διαθέσιμα συστήματα ψηφιακής αποτύπωσης. Σε σύγκριση με το συμβατικό αποτύπωμα το ενδοστοματικό ψηφιακό αποτύπωμα εξοικονομεί χρόνο από τα διάφορα βήματα τα οποία ακολουθούνται στο οδοντιατρείο αλλά και στα υλικά. Με το συμβατικό αποτύπωμα ο οδοντίατρος πρέπει να επιλέξει το κατάλληλο δισκίο και να κατανέμει το κατάλληλο αποτυπωτικό υλικό. Έπειτα θα πρέπει να το απολυμάνει και να το στείλει στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Αυτά τα βήματα εξαλείφονται όπως και στο εργαστήριο η έγχυση γύψου και η άρθρωση των εκμαγείων άνω και κάτω γνάθου.<sup>37</sup>

Από τον 18 αιώνα μέχρι και σήμερα χρησιμοποιούνται οι συμβατικές τεχνικές αποτύπωσης. Όμως οι συμβατικές τεχνικές αποτύπωσης φαίνεται να παρουσιάζουν κάποια σφάλματα όπως ογκομετρικές αλλαγές των υλικών αποτύπωσης και διαστολή της γύψου. Η αποτύπωση με τους ενδοστοματικούς σαρωτές ανακαλύφθηκε με σκοπό να υπερπηδήσει αυτά τα σφάλματα των συμβατικών τεχνικών αποτύπωσης. Επιπλέον η συνεργασία των ενδοστοματικών σαρωτών με τα συστήματα CAD/CAM δίνουν την δυνατότητα σε ένα πιο εύκολο σχέδιο θεραπείας. Η πιο διαδεδομένη μορφή αποθήκευσης των δεδομένων που συλλέγονται είναι η ανοικτή μορφή STL ή η κλειστή μορφή. Υπάρχουν όμως και άλλες μορφές αρχείων για καταγραφή χρώματος, διαφάνειας και υφής των οδοντικών ιστών όπως είναι το Polygon File Format. Ανεξάρτητα όμως από τον τύπο της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση, όλοι οι ενδοστοματικοί σαρωτές απαιτούν την προβολή φωτός που στην συνέχεια μεταφράζεται ως μεμονωμένες εικόνες ή βίντεο που συγκεντρώνεται από το λογισμικό μετά την αναγνώριση του σημείου ενδιαφέροντος. Για να υπολογιστεί η απόσταση των σημείων ενδιαφέροντος χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές. Μια από αυτές είναι ο τριγωνισμός, η οποία βασίζεται στην αρχή ότι η θέση ενός σημείου υπολογίζεται αφού οι θέσεις και οι γωνίες δυο οπτικών σημείων αυτού είναι γνωστές. Υπάρχει και η ομοεστιακή απεικόνιση η οποία βασίζεται στην λήψη εστιασμένων και αποεστιασμένων εικόνων από επιλεγμένα βάθη. Η ενεργή δειγματοληψία μετώπου κύματος αποτελείται από μια μονάδα η οποία κινείται σε κυκλική διαδρομή και τέλος η στερεοφωτογραμμετρία εκτιμά όλες τις συντεταγμένες x,y,z μέσω μιας αλγοριθμικής ανάλυσης εικόνων (ΕΙΚ. 16,17,18).<sup>38</sup>





Εικόνα 16: Τρισδιάστατη φωτογραφία προετοιμασμένου δοντιού με ενδοστοματικό σαρωτή.<sup>37</sup>



Εικόνα 17: Τρισδιάστατη φωτογραφία των ανταγωνιστών δοντιών.<sup>37</sup>



Εικόνα 18: Τρισδιάστατη φωτογραφία της σύγκλεισης.<sup>37</sup>

### Υπεροχή ψηφιακής αποτύπωσης έναντι της συμβατικής

Σε σύγκριση με ένα συμβατικό αποτύπωμα, η ενδοστοματική ψηφιακή σάρωση μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο και υλικά για τον κλινικό ιατρό αλλά και για τους οδοντοτεχνίτες. Η εξοικονόμηση χρόνου προσφέρεται διότι είναι μια εύκολη μέθοδος η ενδοστοματική ψηφιακή σάρωση σε σύγκριση με την λήψη συμβατικού αποτυπώματος αλλά και γιατί με το ψηφιακό αποτύπωμα ο οδοντοτεχνίτης γλυτώνει μια σειρά εργασιών που περιλαμβάνει κατασκευή εκμαγείου, άρθρωση και εξωστοματική σάρωση αν θελήσει να δημιουργήσει ψηφιακά αντίγραφα. Με την ψηφιακή σάρωση επίσης εξοικονομούνται υλικά αφού ο κλινικός ιατρός δεν κάνει χρήση αποτυπωτικού υλικού, δισκαρίων αποτύπωσης, απολυμαντικού υγρού. Επίσης δεν χρειάζεται συσκευασία αποστολής των αποτυπωμάτων στο συνεργαζόμενο εργαστήριο. Μια ενδοστοματική

ψηφιακή σάρωση μπορεί εύκολα να κοινοποιηθεί μέσω διαδικτύου στο συνεργαζόμενο οδοντοτεχνικό εργαστήριο και η κατασκευή οδοντικών προσθέσεων να ξεκινήσει άμεσα.

Για τον οδοντικό τεχνολόγο επίσης δεν χρειάζεται γύψος ώστε να προκύψουν τα εκμαγεία αλλά και γύψος ανάρτησης ώστε αυτά να αρθρωθούν. Με άλλα λόγια, η ψηφιακή ενδοστοματική αποτύπωση πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο αφού προκύπτουν άμεσα ψηφιακά εκμαγεία χωρίς την παρέμβαση άλλης διεργασίας. Εκτός της εύκολης χρήσης των ενδοστοματικών σαρωτών σε σύγκριση με την συμβατική μέθοδο αποτύπωσης, ο κλινικός ιατρός μπορεί σε περίπτωση που διακρίνει ότι μια περιοχή δεν αποτυπώθηκε σωστά εύκολα και γρήγορα να την επανασαρώσει. Σε ένα συμβατικό αποτύπωμα δεν μπορεί να εκτιμηθεί αν μια περιοχή δεν έχει αποτυπωθεί σωστά κατά την διάρκεια της αποτύπωσης. Με την συμβατική μέθοδο αν υπάρξει κάποιο λάθος η διαδικασία επαναλαμβάνεται εκ νέου ενώ με το ψηφιακό αποτύπωμα εκτιμάται κατά την διάρκεια της σάρωσης και εύκολα και γρήγορα διορθώνεται. Το γεγονός της ευκολίας επανασάρωσης μειώνει το άγχος του κλινικού ιατρού για το αν πάρθηκε σωστό αποτύπωμα. Ακόμα, με την χρήση ψηφιακών ενδοστοματικών σαρωτών τα ψηφιακά εκμαγεία που προκύπτουν εύκολα μπορούν να αποθηκευτούν στον υπολογιστή σε σύγκριση με την συμβατική μέθοδο όπου θα έπρεπε να υπάρξει χώρος αποθήκευσης για γύψινα εκμαγεία στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Η εύκολη αποθήκευση επίσης παραπέμπει και στην εύκολη ανάκτηση τους οποιαδήποτε ώρα και από οποιοδήποτε μέρος. Μια ψηφιακή σάρωση εφόσον έχει αποθηκευτεί σε κάποιο μέσω ηλεκτρονικό αποθήκευσης με το πάτημα ενός κουμπιού είναι εύκολη η εύρεση και η επεξεργασία του σε ανύποπτο χρόνο και από οποιαδήποτε μέρος. Το ίδιο δεν συμβαίνει με το εκμαγείο που έχει παρθεί από συμβατική μέθοδο αποτύπωσης. Είναι απαραίτητη η επίσκεψη στο εργαστήριο ώστε να μελετηθεί.

Μια ακόμα σημαντική υπεροχή των ενδοστοματικών σαρωτών είναι η δυνατότητα σύνδεσης τους με γναθοπροσωπικά δεδομένα όπως μια αξονική τομογραφία. Επιπλέον, έγινε δυνατή η παραγωγή προσωρινών αποκαταστάσεων σε μια μόλις μέρα με την χρήση ψηφιακών ενδοστοματικών σαρωτών αλλά και η ανίχνευση τερηδόνας και ρωγμών στα δόντια γίνεται με περισσότερη ευκολία. Τέλος, σε ότι αφορά τον ασθενή, η ψηφιακή ενδοστοματική σάρωση είναι πιο φιλική καθώς μειώνει τον πόνο και την δυσφορία που παράγονται με την χρήση αποτυπωτικών υλικών. Το υλικό αποτύπωσης είναι ικανό επίσης να μεταφέρει έναν ιό ο οποίος δεν κατάφερε να απολυμανθεί στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Με την χρήση ψηφιακού ενδοστοματικού σαρωτή αποκλείεται η πιθανότητα αυτή εφόσον διαθέτει αυτόκαυστο σύστημα.<sup>37,39</sup>

### **Σύγκριση ψηφιακών -συμβατικών μεθόδων ως προς την ακρίβεια**

Όσο αναφορά την ακρίβεια των συστημάτων ψηφιακής ενδοστοματικής εντύπωσης, ολοένα και αυξάνονται με ταχείς ρυθμούς. Ωστόσο, λόγω της ετερογένειας των δεδομένων δεν είναι εύκολο να εξαχθεί ένα συμπέρασμα σχετικά με την ακρίβεια των ενδοστοματικών σαρωτών. Αυτό συμβαίνει επειδή στην κλινική ή στην εργαστηριακή

μελέτη υπάρχουν σαρώσεις που αφορούν είτε πλήρες τόξο είτε μερικό τόξο ή μεμονωμένο δόντι. Με αυτόν τον τρόπο η αξιολόγηση τους είναι δύσκολη όσο αναφορά την ακρίβεια. Η ακρίβεια όμως ενός ενδοστοματικού σαρωτή επηρεάζεται από παράγοντες όπως η τεχνολογία του σαρωτή και η χρήση υλικού επικάλυψης των δοντιών, το λογισμικό για σάρωση και ποιά στρατηγική σάρωσης έχει χρησιμοποιηθεί.

Τα συστήματα ενδοστοματικής σάρωσης σε σύγκριση με τα συμβατικά αποτυπώματα έχουν αξιολογηθεί και μπορούν αξιόπιστα να χρησιμοποιηθούν για διαγνωστικούς σκοπούς καθώς και για σαρώσεις μικρής εμβέλειας και όχι για σάρωση ολόκληρου τόξου. Έχει παρατηρηθεί ότι οι ενδοστοματικοί σαρωτές για σάρωση ολόκληρου του τόξου ότι είναι ευαίσθητοι και δεν ενδείκνυνται. Η ακρίβεια των συστημάτων ενδοστοματικών σαρωτών φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενη και συγκρίσιμη με τις συμβατικές μεθόδους αποτύπωσης. Με αλλά λόγια, οι περισσότερες μελέτες κάνουν αναφορά ότι οι ενδοστοματικοί σαρωτές ταιριάζουν και μπορούν να αντικαταστήσουν με ακρίβεια τις συμβατικές μεθόδους αποτύπωσης. Τέλος, η ακρίβεια της σάρωσης που έχει ληφθεί άμεσα από έναν ενδοστοματικό σαρωτή είναι πιο κοντά στις πραγματικές τιμές.<sup>38,40</sup>

#### *4.1.2 Τεχνικές αναπαραγωγής ψηφιακών εκμαγείων*

Η ψηφιακή τεχνολογία έχει εισέλθει στο χώρο της οδοντικής τεχνολογίας όσο και της οδοντιατρικής. Ιδιαίτερα με την εισαγωγή των συστημάτων CAD/CAM το 1970 από τους Duret και Termoz διευρύνθηκε η χρήση τους. Ο πρώτος ενδοστοματικός ψηφιακός σαρωτής κάνει την εμφάνιση του την δεκαετία του 1980 από τους Mörmann και Brandestini. Η δημιουργία ψηφιακών εκμαγείων μπορεί να προκύψει με διάφορους τρόπους. Πιο συγκεκριμένα έχουμε τον έμμεσο τρόπο ο οποίος είναι σάρωση αποτυπωμάτων ή γύψινων εκμαγείων με την χρήση επιτραπέζιου σαρωτή και ο άμεσος τρόπος είναι με την χρήση ενδοστοματικού σαρωτή απευθείας από το στόμα του ασθενή. Στην πρώτη μέθοδο όπου η ψηφιοποίηση γίνεται στο εργαστήριο ξεκινάει με μια συμβατική αποτύπωση η οποία λαμβάνεται από τον κλινικό ιατρό. Στο αποτύπωμα το οποίο συμβατικά λαμβάνεται από τον κλινικό ιατρό, γίνεται έγχυση γύψου και το εκμαγείο το οποίο προκύπτει ψηφιοποιείται (ΕΙΚ.19). Ορισμένα όμως συστήματα ψηφιοποίησης προσφέρουν την δυνατότητα της άμεσης σάρωσης του αποτυπώματος χωρίς την έγχυση γύψου και την δημιουργία γύψινου εκμαγείου (ΕΙΚ.20-23). Άξιο αναφοράς χαρακτηριστικό της έμμεσης αποτύπωσης είναι ότι το αρχικό βήμα είτε αυτό είναι σάρωση γύψινου εκμαγείου είτε σάρωση αποτυπώματος είναι μια αναλογική εντύπωση, το οποίο έχει όλα τα μειονεκτήματα της συμβατικής σάρωσης. Πρόσφατα, η αυξημένη χρήση των ενδοστοματικών σαρωτών έχει προσφέρει μια νέα μέθοδο σάρωσης. Η λήψη αποτυπωτικού υλικού με τον άμεσο τρόπο, δηλαδή με την χρήση ενδοστοματικών σαρωτών μπορεί να έχει ποικίλες εφαρμογές αλλά και αποτρέπει την χρήση του συμβατικού αποτυπωτικού υλικού.<sup>41,42</sup>

Οι ενδοστοματικοί σαρωτές προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής τεχνικής αποτύπωσης καθώς μειώνουν τον πόνο και την δυσφορία που προκαλείται από τα αποτυπωτικά υλικά επειδή στην ενδοστοματική σάρωση δεν είναι απαραίτητη η χρήση αποτυπωτικών υλικών. Επιπλέον η χρήση ενδοστοματικών σαρωτών δίνει την σιγουριά στον εκάστοτε κλινικό διότι μπορεί να σιγουρευτεί αν πάρθηκε σωστό αποτύπωμα το οποίο δεν μπορεί να αξιολογηθεί με τον συμβατικό τρόπο αποτύπωσης. Το υλικό της αποτύπωσης όταν λαμβάνεται με τον συμβατικό τρόπο αποτελεί εστία μικροβίων και για τον κλινικό ιατρό και για το οδοντοτεχνικό εργαστήριο ενώ οι ενδοστοματικοί σαρωτές μπορούν να αυτοκαυστούν μη αποτελώντας εστία μικροβίων.

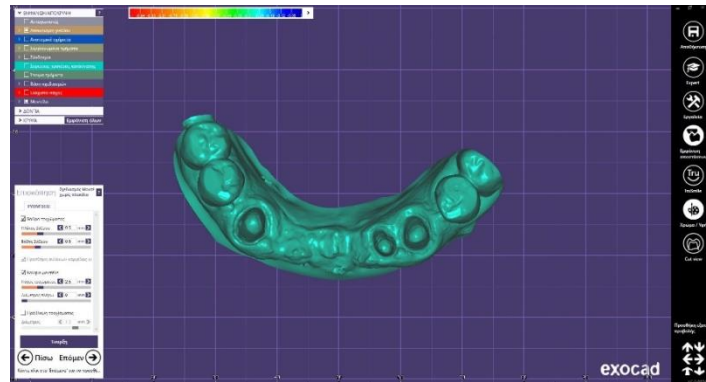
Παράλληλα, η αποτύπωση και η ψηφιοποίηση των εκμαγείων γίνεται σε πραγματικό χρόνο και δεν χρειάζεται να σταλούν στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο να ριχτεί η γύψος να προκύψουν τα εκμαγεία και έπειτα να σαρωθούν. Με αυτόν τον τρόπο ο χρόνος εργασίας μειώνεται. Επίσης μπορούν εύκολα να αποθηκευτούν καθώς δεν χρειάζεται όπως ένα γύψινο εκμαγείο χώρο. Μπορούν ανά πασά στιγμή εφόσον είναι απαραίτητο να ανακτηθούν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και μέρος. Δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται ο οδοντικός τεχνολόγος στο εργαστήριο. Αν ο κλινικός ιατρός καταλάβει ότι το αποτύπωμα το οποίο πάρθηκε και ψηφιοποιήθηκε δεν επαρκεί έχει την δυνατότητα λήψης επαναληπτικού εύκολα και γρήγορα.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των ενδοστοματικών σαρωτών είναι ότι μειώνεται το κόστος διότι δεν απαιτείται υλικό αποτύπωσης όπως και γύψος για την παρασκευή των εκμαγείων. Τα δεδομένα, τα οποία προκύπτουν από μια ενδοστοματική ψηφιακή σάρωση εύκολα μπορούν να κοινοποιηθούν στο συνεργαζόμενο με τον κλινικό ιατρό οδοντοτεχνικό εργαστήριο και άμεσα να ξεκινήσει η κατασκευή των οδοντικών αποκαταστάσεων. Επιπλέον, οι ενδοστοματικοί σαρωτές μπορούν να συγχωνευτούν με γναθοπροσωπικά δεδομένα όπως η αξονική τομογραφία. Είναι ένα στάδιο το οποίο βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη. Επιπλέον, ένα μεγάλο όφελος των ενδοστοματικών σαρωτών είναι ότι οδοντικές προσωρινές αποκαταστάσεις μπορούν να κατασκευαστούν σε μια μόλις μέρα. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, οι ενδοστοματικοί σαρωτές μπορούν να ανιχνεύσουν ρωγμές ή ακόμα και τερηδονισμένα δόντια.<sup>39</sup>

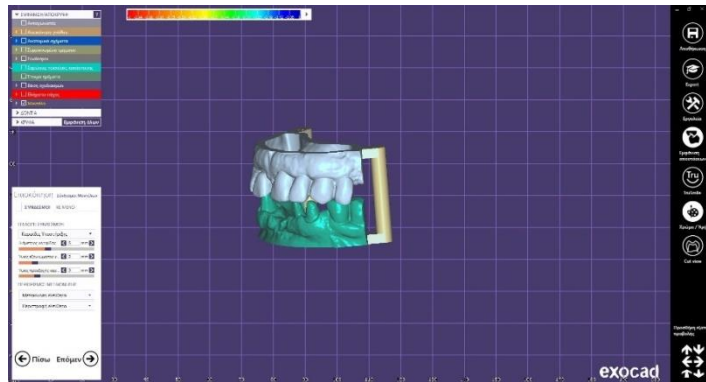
Ωστόσο, υπάρχουν και μερικοί περιορισμοί των ενδοστοματικών σαρωτών. Πιο συγκεκριμένα για να χρησιμοποιηθεί σωστά ένας ενδοστοματικός σαρωτής και να παράγει όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα, χρειάζεται εμπειρία η οποία έρχεται έπειτα από εκπαίδευση του κλινικού ιατρού πάνω στο σύστημα και στην ενδοστοματική σάρωση. Άρα καταλαβαίνουμε ότι χρειάζεται κάποιος χρόνος εκμάθησης για να επιτευχθεί μια ακριβής σάρωση. Επιπλέον τα στοματικά υγρά μπορεί να προκαλέσουν σφάλματα κατά την σάρωση. Τέλος το κόστος των ενδοστοματικών σαρωτών είναι αυξημένο.<sup>39</sup>



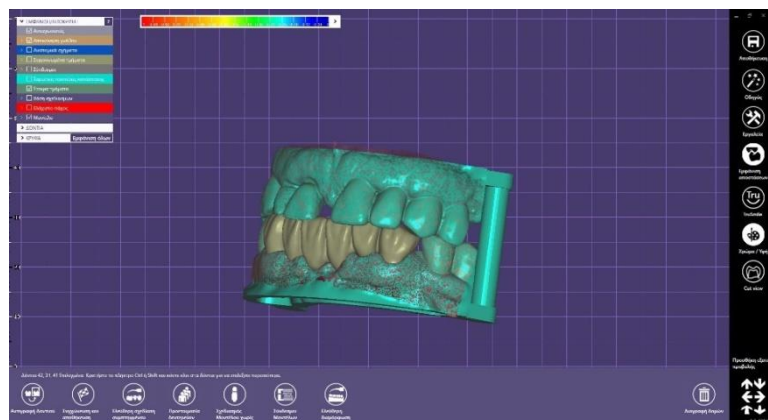
Εικόνα 19: «Σκανάρισμα» εκμαγείων.<sup>43</sup>



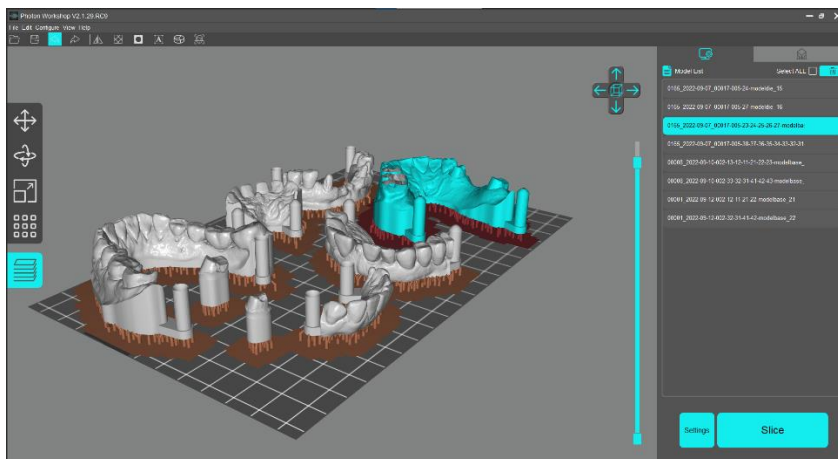
Εικόνα 20: Διαμόρφωση βάθρου ψηφιακού εκμαγείου χωρίς πλακίδιο.<sup>44</sup>



Εικόνα 21: Διαμόρφωση συνδέσμων των ψηφιακών εκμαγείων.<sup>44</sup>



Εικόνα 22: Τελική διαμόρφωση ψηφιακού εκμαγείου που φέρει την αποκατάσταση.<sup>44</sup>



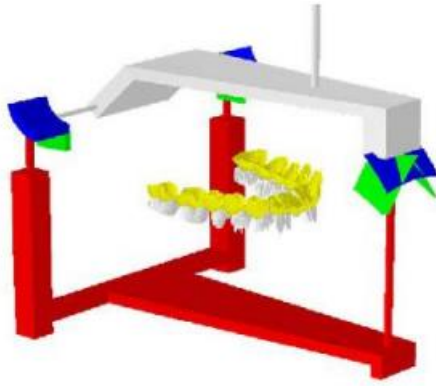
Εικόνα 23: Τοποθέτηση της σχεδίασης ψηφιακών εκμαγείων σε ειδικό πρόγραμμα για την παραγωγή αυτών.<sup>44</sup>

## 4.2 ΕΙΚΟΝΙΚΟΙ ΑΡΘΡΩΤΗΡΕΣ

### 4.2.1 Ορισμός – Χαρακτηριστικά - Λειτουργία εικονικών αρθρωτήρων

Ο εικονικός αρθρωτήρας είναι ένα λογισμικό υπολογιστή το οποίο στηρίζεται στην εικονική πραγματικότητα. Δίνει την δυνατότητα στον χειριστή να ελέγχει την σύγκλιση σε τρεις διαστάσεις του χώρου. Ο ψηφιακός αρθρωτήρας είναι ένα λογισμικό το οποίο έχει την ικανότητα να μεταφέρει τα κλινικά χαρακτηριστικά ενός ασθενή σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας. Αναπαράγει τις κινήσεις της κάτω γνάθου αλλά και την σχέση των δυο γνάθων, άνω και κάτω μεταξύ τους, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο ανάλυσης της σύγκλισης. Μόνο όταν συγκεκριμένες πληροφορίες για τον εκάστοτε ασθενή υποβληθούν σε διαδικασία ψηφιοποίησης μπορεί να ξεκινήσει η επεξεργασία αυτών από τον ψηφιακό αρθρωτήρα. Για την συναρμολόγηση των μοντέλων εικονικής πραγματικότητας η βιβλιογραφία εστιάζει περισσότερο στην χρήση του ψηφιακού προσωπικού τόξου και στην καταγραφή της σύγκλισης ψηφιακά.<sup>10,43</sup>

Ιστορικά, στα τέλη του 1990 περιγράφηκε για πρώτη φορά το λογισμικό του ψηφιακού αρθρωτήρα από τον Szentpetery στο πανεπιστήμιο Martin-Luther του Halle (ΕΙΚ.24). Ο πρώτος ψηφιακός αρθρωτήρας εισήχθη το 2002 από το πανεπιστήμιο Greifswald στην Γερμανία και ήταν αποτέλεσμα του Bisler και της ομάδας του. Σκοπό είχε την ανάλυση της σύγκλισης στατικά και δυναμικά. Από το σημείο αυτό, η χρήση ψηφιακού αρθρωτήρα βοήθησε στο σχεδιασμό και την κατασκευή προσθετικών εργασιών σε συστήματα CAD-CAM.<sup>10</sup>



Εικόνα 24: Εικονικός αρθρωτήρας του Szentpetery.<sup>11</sup>

Οι ενδείξεις για την χρήση ψηφιακού αρθρωτήρα έναντι μηχανικών αρθρωτήρων συμπεριλαμβάνουν κάποιους περιορισμούς που διαθέτουν οι τελευταίοι. Οι μηχανικοί αρθρωτήρες δεν μπορούν να αποδώσουν με ορθότητα τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Επίσης δεν μπορούν να μεταφέρουν την χρονική διάρκεια των κινήσεων. Οι πραγματικές κινήσεις λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα περιβάλλον στόματος με ελαστικότητα του βλεννογόνο, με μυς και αρθρώσεις το οποίο δεν μπορεί να μεταφερθεί με την χρήση εκμαγείων από γύψο. Στα εκμαγεία από γύψο η κινητικότητα και η ελαστικότητα των δοντιών και των μαλακών ιστών δεν μπορεί να αποτυπωθεί και αναπαραχθεί. Επίσης με την χρήση ψηφιακών αρθρωτήρων αντιμετωπίζονται προβλήματα των μηχανικών αρθρωτήρων όπως υλική παραμόρφωση, σφάλματα προσανατολισμού σωστής θέσης εκμαγείων και μη ορθή τρισδιάστατη προσομοίωση των δεδομένων που λήφθηκαν από τον εκάστοτε ασθενή. Ο εικονικός αρθρωτήρας έρχεται για να αντικαταστήσει την χρήση του μηχανικού αρθρωτήρα βοηθώντας στην ενίσχυση του σχεδιασμού μιας προσθετικής εργασίας. Το προηγούμενο συμβαίνει διότι ο εικονικός αρθρωτήρας παρέχει κινηματική ανάλυση στην διαδικασία του σχεδιασμού. Παράλληλα, ο εικονικός αρθρωτήρας βοηθάει στην καλύτερη δυνατή συνεννόηση μεταξύ κλινικού ιατρού και οδοντικού τεχνολόγου. Έχει την δυνατότητα να αναπαράγει τα πραγματικά στοιχεία για τον κάθε ασθενή. Τέλος μπορεί να αναλύει στατικά και δυναμικά την σύγκλιση όπως και τις γνάθους και τις αρθρώσεις. Πέρα από τα θετικά χαρακτηριστικά που αυτοί διαθέτουν ενέχουν και κάποιους περιορισμούς. Ο εικονικός αρθρωτήρας προαπαιτεί και έναν εξοπλισμό που περιέχει ψηφιακούς σαρωτές, αισθητήρες, λογισμικό και πολλά άλλα τα οποία αυξάνουν το κόστος. Εκτός όμως από τον εξοπλισμό, ο εικονικός αρθρωτήρας χρειάζεται και χρόνο εκμάθησης τόσο για τον κλινικό ιατρό όσο και για τον οδοντικό τεχνολόγο κατά την διάρκεια της σχεδίασης αλλά και στην κατανόηση και αναπαραγωγή όλων των στοιχείων που καταγράφηκαν από σαρωτές και αισθητήρες.<sup>10,12,13,43,45</sup>

Το DentCAM (Kavo, Hamburg, Γερμανία) ήταν το πρώτο λογισμικό που περιλάμβανε λειτουργικότητα ψηφιακού αρθρωτήρα. Παρουσιάστηκε από την ομάδα Kavo του πανεπιστήμιου Greifswald. Η απόκτηση των δοντιών σε ψηφιακή μορφή προϋποθέτει τρισδιάστατη σάρωση λέιζερ. Ο Bisler και οι συνεργάτες του, πρότειναν την χρήση ενός Scan 3D, το οποίο επιτρέπει την άμεση σάρωση των τόξων και των συγκλεισιακών σχέσεων. Το λογισμικό DentCAM διαθέτει και αυτό μια συσκευή για την καταγραφή

κινήσεων της κάτω γνάθου. Αυτές οι κινήσεις μπορούν να αναπαραχθούν ως κινούμενο σχέδιο διαμέσου τριών παράθυρων· το παράθυρο παροχής πληροφοριών, το παράθυρο σύγκλισης, ένα μικρότερο παράθυρο και το παράθυρο τομής.<sup>12,43</sup>

Το παράθυρο παροχής πληροφοριών εμφανίζει τις δυο γνάθους κατά την διάρκεια της δυναμικής απόφραξης και μπορεί να προβάλει ασυνήθιστες εικόνες όπως για παράδειγμα τα λειτουργικά φύματα κατά την διάρκεια που τα δόντια του αντίθετου φραγμού συγκλείνουν σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης.<sup>43</sup>

Το παράθυρο σύγκλισης παρουσιάζει τις δυναμικές και στατικές μασητικές επαφές σε συνάρτηση με τον χρόνο.<sup>43</sup>

Ένα μικρότερο παράθυρο αναπαριστά τις κινήσεις της κροταφογναθικής διάρθρωσης σε οβελιαία και εγκάρσια όψη και δίνει την δυνατότητα ανάλυσης και διάγνωσης τόσο της επίδρασης όσο και της εξάρτησης των κινήσεων των κροταφογναθικών και των επαφών των δοντιών μεταξύ τους.

Τέλος, το παράθυρο τομής εμφανίζει μετωπική τομή σε ολόκληρο το οδοντικό τόξο. Αυτό το εργαλείο παρέχει πληροφορίες σχετικά με την έκταση των επαφών σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης καθώς και για το ύψος και την γωνία των φυμάτων.<sup>12,43</sup>

Η αναπαραγωγή των κινήσεων της κάτω γνάθου από το λογισμικό DentCAM ως κινούμενο σχέδιο, παρέχει στους κλινικούς ιατρούς την δυνατότητα οπτικοποίησης και ανάλυσης τόσο των στατικών όσο και των δυναμικών επαφών κατά την διάρκεια κίνησης της κάτω γνάθου.<sup>10</sup>

Για την καταγραφή των δυναμικών στοιχείων της σύγκλισης, κρίνεται αναγκαία η χρήση του Jaw Motion Analyzer (JMA). Το εργαλείο αυτό έχει την ικανότητα να μετρά την ταχύτητα των υπερηχητικών παλμών που εκπέμπονται από πομπούς και αισθητήρες για την καταγραφή των κινήσεων της κάτω γνάθου σε όλες τις διαστάσεις του χώρου. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των προσθίων και οπίσθιων σημείων αναφοράς είναι ειδικοί. Για την σύλληψη των στοιχείων της σύγκλισης ένα κλειδί καταγραφής φτιαγμένο από σιλικόνη προσαρτάται στην άνω γνάθο κατά τις κινήσεις ανάσπασης και κατάσπασης. Η σταθεροποίηση του κλειδιού γίνεται μέσω ενός μεταλλικού πλακιδίου μεταφοράς στο οποίο βρίσκονται συνδεδεμένοι και οι αισθητήρες. Στην συνέχεια, τα δεδομένα από την τρισδιάστατη σάρωση και από τις καταγραφές των κινήσεων της κάτω γνάθου συνδυάζονται και εισάγονται στον ψηφιακό αρθρωτήρα (EIK.25).<sup>10</sup>

Τέλος, με την χρήση μιας παλέτας χρωμάτων όπως μπλε, κίτρινο, κόκκινο απεικονίζονται τα σημεία επαφής. Στο παρελθόν η τιμή του JMA περιόριζε την χρήση του κρίνοντας το απογοητευτικό, στις μέρες μας δεν απασχολεί ιδιαίτερα με την έλευση περισσότερων προσιτών εργαλείων στην αγορά.<sup>10</sup>





Εικόνα 25: Jaw Motion Analyser (JMA).<sup>11</sup>

#### 4.2.2 Ταξινόμηση – Τύποι συστημάτων εικονικών αρθρωτήρων

Μέχρι και σήμερα διακρίνουμε 3 τύπους εικονικών αρθρωτήρων:

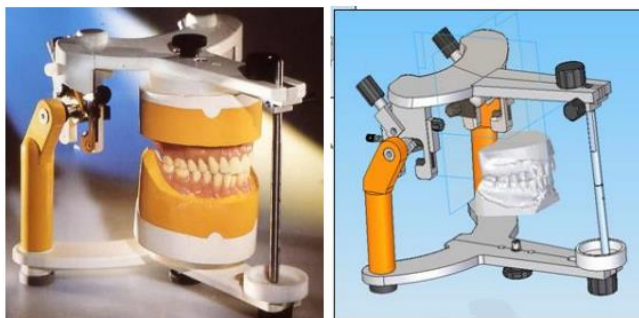
1. Ο πρώτος εικονικός αρθρωτήρας είναι αυτός του Szentpetery. Έκανε την εμφάνιση του το 1999 στο Πανεπιστήμιο Martin-Luther του Halle και πρόκειται για έναν πλήρη προσαρμοζόμενο αρθρωτήρα, ο οποίος είναι ικανός να αναπαράγει όλες τις κινήσεις ενός μηχανικού αρθρωτήρα. Πλεονέκτημα κίνησης παρουσιάζει διότι μπορεί να αναπαράγει και την κίνηση Bennett. Ο συγκεκριμένος αρθρωτήρας καταγραφεί και παρουσιάζει τις κινήσεις της κάτω γνάθου μέσω μαθηματικής προσέγγισης. Όπως γίνεται αντιληπτό οι τιμές τις οποίες συλλέγει είναι οι μέσες τιμές και όχι οι ακριβείς τιμές για τον εκάστοτε ασθενή. Ως αποτέλεσμα έχει να συμπεριφέρεται ως αρθρωτήρας μέσης τιμής.<sup>11,12,13</sup>
2. Ο αρθρωτήρας των Kordass & Gärtner αποτελεί τον δεύτερο τύπο εικονικών αρθρωτήρων, κατασκευάστηκε στο Πανεπιστήμιο Greifswald της Γερμανίας το 2000. Πρόκειται και αυτός για έναν πλήρως ρυθμιζόμενο εικονικό αρθρωτήρα. Στόχος του αρθρωτήρα αυτού είναι η πιστή καταγραφή και αναπαραγωγή των κινήσεων της κάτω γνάθου. Για την αναπαραγωγή αυτών των κινήσεων, κρίνεται απαραίτητο το εργαλείο Jaw Motion Analyser (JMA) (Comp Zebris®, Isny, Germany), το οποίο αναλύει ψηφιακά τις κινήσεις της κάτω γνάθου κάθε ασθενή. Αυτό το εργαλείο διαθέτει κάποια εξαρτήματα τα οποία είναι: η βασική μονάδα, ο αισθητήρας κάτω γνάθου, το τόξο της κεφαλής, το πιρούνι δαγκώματος και το στυλό αισθητήρα. Με την βοήθεια του αισθητήρα ο πομπός και ο δέκτης τοποθετούνται στην σωστή θέση. Το JMA στηρίζεται στην μέτρηση της ταχύτητας των υπερηχητικών παλμών που εκπέμπουν 3 πομποί ευρισκόμενοι στον κάτω αισθητήρα ο οποίος τοποθετείται στην επιφάνεια των χειλιών της κάτω γνάθου και των 4 δεκτών που βρίσκονται στο προσωπικό τόξο απέναντι από τους 3 πομπούς για την ανίχνευση όλων των κινήσεων. Τέλος ένας ειδικός αισθητήρας χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το επίπεδο αναφοράς.<sup>11,12,13</sup>

##### **Διαδικασία εργασίας με το JMA**

Στην αρχή απαιτείται η εγκατάσταση του λογισμικού και η σύνδεση της συσκευής σε έναν υπολογιστή. Αφού γίνουν τα παραπάνω ο εκάστοτε κλινικός ιατρός προσαρμόζει το πιρούνι δαγκώματος στην κάτω γνάθο και τοποθετεί συνάμα το

προσωπικό τόξο στο κεφάλι του ασθενή στηρίζοντας το στην μύτη του τελευταίου. Έπειτα, οι κροταφογναθικές διαρθρώσεις και οι υποκογχικές εγκοπές σημειώνονται με έναν στυλό που περιέχει αισθητήρα. Ο αισθητήρας της κάτω γνάθου είναι απαραίτητο να συνδεθεί με το πιρούνι δαγκώματος. Η συσκευή είναι έτοιμη για να καταγράψει τις κινήσεις της κάτω γνάθου όπως προολίσθηση (protusion), πλαγιολίσθηση και οπισθολίσθηση (retrusion). Στην συνέχεια αυτές οι κινήσεις μετατρέπονται σε αριθμούς που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ρύθμιση ενός πλήρως προσαρμοζόμενου αρθρωτήρα όπως: KaVoProtareno 7 (KaVo Dental GmbH), SAM 2 (SAM Prazisionstechnik GmbH), Artex CR (AmannGirrbach AG) ή Stratos 300 (IvoclarVivadent; Amherst, NY).

3. Ο τρίτος τύπος εικονικού αρθρωτήρα αφορά εκείνους οι οποίοι βασίζονται σε μηχανικούς αρθρωτήρες (ΕΙΚ.26). Εισήχθησαν από το ερευνητικό εργαστήριο σχεδίασης προϊόντος (PDL Product design laboratory) στη Σχολή Μηχανικών του Μπιλμπάο το 2009. Ο χρήστης διαθέτει το πλεονέκτημα της επιλογής του καταλληλότερου μηχανικού αρθρωτήρα έτσι ώστε να προσομοιωθεί.<sup>11,12,13</sup>



Εικόνα 26: Εικονικός αρθρωτήρας βασισμένος σε μηχανικό αρθρωτήρα.<sup>11</sup>

### 4.3 CAD-CAM

#### Τι είναι CAD;

Ο όρος CAD (Computer-Aided Design) εμφανίζεται στον χώρο της πληροφορικής για την κατασκευή, την διόρθωση και βελτίωση αλλά και την ανάλυση ενός σχεδίου. Η χρήση του είναι τόσο για την σχεδίαση καμπυλών και σχεδίων σε δυο διαστάσεις αλλά και για την σχεδίαση επιφανειών και στερεών σε τρεις διαστάσεις του χώρου. Η χρήση του εκτός από τον χώρο της πληροφορικής έχει επεκταθεί και στην μηχανολογία (αυτοκινητοβιομηχανία, ναυπηγική, αεροδιαστημική, μηχανολογικός εξοπλισμός). Επίσης το CAD έχει εισέλθει στον χώρο της διαφήμισης μέσω της αναπαραγωγής κινούμενων εικόνων μπορεί να δημιουργήσει ειδικά εφέ. Παράλληλα στον χώρο της βιομηχανίας με την χρήση CAD συστημάτων είναι εφικτό να κατασκευαστούν δρόμοι, κτήρια έως και υδραυλικά συστήματα.<sup>19</sup>

#### Τι είναι CAM;

Ο όρος CAM (Computer Aided Manufacturing) υποδηλώνει την χρήση υπολογιστή ως εργαλείο το οποίο θα βοηθήσει σε εργασίες με σκοπό την όσο πιο γρήγορη παραγωγή

αλλά και την κατασκευή εξοπλισμού με πιο ορθές διαστάσεις. Το CAM περιέχει μια σειρά εργασιών η οποία διαδέχεται τις ενέργειες που έχουν γίνει με το σύστημα CAD. Το κατασκευαστικό προϊόν δημιουργείται στο CAD, ελέγχεται σε CAE έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν είναι σωστό και τέλος εισέρχεται σε CAM με σκοπό να εξετάσει το μηχάνημα.<sup>19</sup>

### Λίγα λόγια για τα συστήματα CAD/CAM

Όπως προαναφέρθηκε συστήματα CAD/CAM έχουν κάνει την εμφάνισή τους σε διάφορους χώρους και έχουν αυτοματοποιήσει πολλές διαδικασίες. Έτσι και στον χώρο της ιατρικής και συγκεκριμένα της οδοντιατρικής. Διάφορες εταιρίες που σχετίζονται με οδοντιατρικά προϊόντα και εργαλεία έδειξαν ενδιαφέρον για τα συστήματα αυτά ώστε σήμερα να υπάρχει πρόσβαση στις διαδικασίες που παρέχουν τα συστήματα CAD/CAM. Πιο συγκεκριμένα με την χρήση τέτοιων συστημάτων ελαχιστοποιούνται τα σφάλματα λόγω πιο πιστού σχεδιασμού, παράγονται νέα προϊόντα χωρίς μειονεκτήματα από υλικά τα οποία υπήρχαν εκ των προτέρων με αποτέλεσμα η ποιότητα των προϊόντων παραγωγής να αναβαθμίζεται ολοένα και περισσότερο. Τέλος οι νέες προοπτικές σε αυτά τα συστήματα δίνουν την δυνατότητα στην μείωση της τιμής με το πέρασμα του χρόνου.

Τα συστήματα CAD/CAM απαρτίζονται από τρία μέρη:

**Το πρώτο μέρος αποτελεί ένα ψηφιοποιημένο εργαλείο ή αλλιώς scanner** το οποίο τροποποιεί την γεωμετρία που λαμβάνει σε ψηφιακά στοιχεία τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν από υπολογιστή. **Κατά δεύτερον ένα λογισμικό.** Το λογισμικό είναι ικανό να επεξεργαστεί αυτά τα στοιχεία και αφού κατανοήσει για τι προορίζονται να δημιουργήσει ένα σύνολο στοιχείων για το προϊόν που πρόκειται να παραχθεί. Τέλος απαραίτητη είναι μια **μηχανή παραγωγής** που θα μετουσιώσει αυτά τα στοιχεία στο ζητούμενο προϊόν.

Τα συστήματα CAD/CAM ταξινομούνται ανάλογα με την τοποθεσία του εξοπλισμού CAD/CAM σε τρεις κατηγορίες παραγωγής: **Η πρώτη κατηγορία είναι η παραγωγή στο οδοντιατρείο.** Σε αυτήν την κατηγορία όλος ο εξοπλισμός βρίσκεται στο οδοντιατρείο και δεν απαιτείται καμία εργαστηριακή διαδικασία για την ολοκλήρωση μιας προσθετικής εργασίας. Ο οδοντίατρος χρησιμοποιεί μια ενδοστοματική κάμερα ώστε να λάβει αποτύπωμα και όχι τον συμβατικό τρόπο με τα αποτυπωτικά υλικά που έχει αναφορά τους σε αντίστοιχο κεφάλαιο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο οδοντίατρος να κερδίζει χρόνο αφού είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί μια προσθετική αποκατάσταση σε μια και μόνο επίσκεψη. Αυτή η ικανότητα προσφέρεται μέσω του συστήματος Cerec, το οποίο είναι και το μοναδικό για αποκαταστάσεις σε περιβάλλον οδοντιατρείο και λειτουργεί με υδροψυξη. Το σύστημα Cerec μπορεί να κατεργαστεί μεγάλη γκάμα υλικών. Πιο συγκεκριμένα μπορεί να κατεργαστεί από υαλοκεραμικό έως κεραμικό οξειδίων υψηλής απόδοσης. Η βιβλιογραφία έχει αποδείξει ότι υπάρχει επιτυχία σε ένθετα μετά από 10 χρόνια σε ποσοστό 90% και μετά από 12 και 16 χρόνια σε ποσοστό 85%. **Η δεύτερη κατηγορία απευθύνεται σε παραγωγή στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο.** Μέχρι ενός σημείου είναι η συμβατική πορεία ακολουθίας μιας εργασίας. Με το προηγούμενο να σημαίνει ότι το αποτύπωμα λαμβάνεται από τον οδοντίατρο και αποστέλλεται στο εργαστήριο όπου και ο οδοντικός τεχνολόγος θα φτιάξει γύψινο εκμαγείο και η πορεία

της εργασίας σε αυτήν την κατηγορία συνεχίζεται στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο με συστήματα CAD/CAM. Ένας σαρωτής είναι απαραίτητος έτσι ώστε να συλλέξει και να δημιουργήσει τα 3D στοιχεία που έπειτα με το κατάλληλο λογισμικό θα υποστούν επεξεργασία. Μετά το πέρας της διαδικασίας CAD τα στοιχεία αποστέλλονται σε μια μηχανή φρεζαρίσματος/κοπής έτσι ώστε να δημιουργεί το πραγματικό προϊόν. **Τέλος η τρίτη κατηγορία αφορά την παραγωγή πρόσθετων αποκαταστάσεων σε ένα κέντρο κοπής/παραγωγής.** Οι “δορυφορικοί σαρωτές” όπως μεταφορικά ονομάζονται είναι σαρωτές που η σύζευξη τους με τα κέντρα παραγωγής επιτυγχάνεται μέσω διαδικτύου. Τα στοιχεία κατασκευάζονται στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο και έπειτα προωθούνται στο κέντρο παραγωγής ώστε να παραχθούν με μια συσκευή CAD/CAM. Το κέντρο παραγωγής με την σειρά του προωθεί την προσθετική εργασία στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο με σκοπό την διαμόρφωση της οδοντικής πρόσθεσης. Το πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας παραγωγής είναι η λιγότερη δαπάνη σε εξοπλισμό για την κατασκευή ενός οδοντοτεχνικού εργαστηρίου. Κάτω από αυτό το πρίσμα ενός εργαστηρίου αποδεσμεύεται από την αγορά μιας συσκευής κοπής καθώς θα χρειαστεί να δαπανήσει χρήματα για την αγορά μόνο του λογισμικού και του εργαλείου ψηφιοποίησης. Από την άλλη, ο εργαστηριούχος στέλνοντας τα στοιχεία σε ένα κέντρο παραγωγής δεν επωφελείται με το κέρδος παραγωγής της εργασίας. Ακόμα πολλά κέντρα παραγωγής δίνουν την δυνατότητα σε εργαστήρια που δεν διαθέτουν σαρωτή να προωθήσουν το εκμαγείο για σάρωση, σχεδιασμό αλλά και κατασκευή της προσθετικής εργασίας σε αυτά. Πάλι, και σε αυτήν την περίπτωση η διαμόρφωση της προσθετικής εργασίας πραγματοποιείται στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Εφικτή έγινε η αποστολή αποτυπωμάτων στα κέντρα παραγωγής στους οδοντίατρους για δημιουργία μόνο κεραμικών ενθέτων. Τέλος τα συστήματα CAD/CAM παρέχουν την δυνατότητα ψηφιοποίησης του αποτυπώματος. Η ψηφιοποίηση των αποτυπωμάτων ενισχύει την ποιότητα αυτών αφού τυχόν λάθη μπορούν να αναγνωριστούν και να διορθωθούν πριν τα δεδομένα προωθηθούν είτε στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο είτε σε κέντρο παραγωγής.<sup>19</sup>

### **Από τι απαρτίζεται ένα σύστημα CAD/CAM ;**

Τα συστήματα CAD/CAM όπως προαναφέρθηκε απαρτίζονται από τρία μέρη τα οποία θα αναλυθούν διεξοδικά παρακάτω:

#### **1. Σαρωτής**

Οι σαρωτές είναι συσκευές οι οποίες συλλέγουν τα δεδομένα όπως να υπολογίζει τρισδιάστατα τις δομές των γνάθων και τα δόντια. Αυτά τα δεδομένα οι σαρωτές τα ψηφιοποιούν. Υπάρχουν δυο κατηγορίες σαρωτών, οι **οπτικοί σαρωτές** και οι **μηχανικοί σαρωτές**. Οι **οπτικοί σαρωτές** συγκεντρώνουν δεδομένα με την μέθοδο του τριγωνισμού. Η πηγή φωτός αυτών των σαρωτών μπορεί να είναι είτε προβολές λευκού φωτός είτε το λέιζερ. Η πηγή φωτός και η μονάδα υποδοχής (δέκτης της εικόνας) τοποθετούνται σε σταθερή γωνία μεταξύ τους. Παραδείγματα σαρωτών λευκού φωτός είναι οι: Lava Scan ST (3M ESPE) και Everest (KaVo). Παράδειγμα σαρωτή με δέσμη λέιζερ είναι ο: es1 (etkon). Στους μηχανικούς σαρωτές το εκμαγείο σαρώνεται γραμμή γραμμή. Ο μόνος μηχανικός

σαρωτής είναι ο: Ο σαρωτής Procera από τη Nobel Biocare. Ο συγκεκριμένος σαρωτής ξεχωρίζει λόγω της αυξημένης ακρίβειας που προσφέρει. Υστερεί στο γεγονός ότι είναι ένα πολύπλοκο εργαλείο, πράγμα το οποίο κοστολογεί ακριβά έναν τέτοιο σαρωτή. Παράλληλα για να δοθεί αυτή η ακρίβεια σε σύγκριση με τους οπτικούς σαρωτές οι μηχανικοί χρειάζονται χρόνο ώστε να επεξεργαστούν τα δεδομένα.<sup>19</sup>

## **2. Λογισμικό**

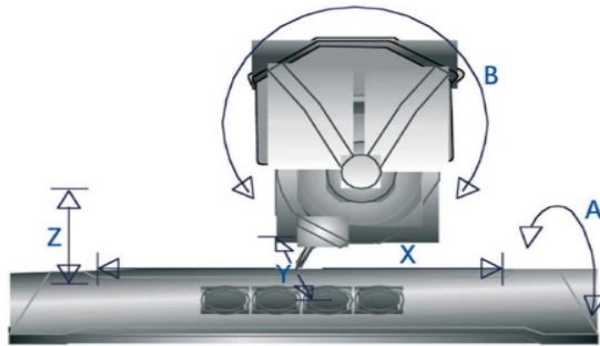
Με το λογισμικό μπορούν να σχεδιαστούν και κατασκευαστούν σκελετοί γεφυρών και στεφανών, πλήρες ανατομικές στεφάνες, ένθετα, επένθετα και τηλεσκοπικές στεφάνες. Το λογισμικό των συστημάτων CAD/CAM δέχεται συνεχώς αναβαθμίσεις δια μέσου ενημερώσεων. Τα δεδομένα που προκύπτουν αποθηκεύονται σε διάφορες μορφές δεδομένων. Η τυπική γλώσσα μετασχηματισμού είναι STL. Πολλοί από τους κατασκευαστές συνηθίζουν να δημιουργούν δικές τους μορφές δεδομένων, το οποίο σημαίνει ότι δεδομένα διαφορετικών κατασκευαστών δεν ταιριάζουν μεταξύ τους. Επιπλέον άλλοι κατασκευαστές δίνουν σημασία έτσι ώστε το λογισμικό το οποίο θα δημιουργήσουν να είναι πιο εύχρηστο και άλλοι δίνουν σημασία έτσι ώστε το λογισμικό τους να προσφέρει όλο και περισσότερες ενδείξεις.<sup>19</sup>

## **3. Συσκευές επεξεργασίας/κοπής/ φρεζαρίσματος**

Οι συσκευές αυτές τροποποιούν τα δεδομένα τα οποία εισέρχονται σε αυτές σε λωρίδες φρεζαρίσματος οι οποίες θα υποστούν επεξεργασία σε συστήματα CAM. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες μηχανών κοπής που ταξινομούνται ανάλογα με τον αριθμό αξόνων που διαθέτει η κάθε μια. Με αυτόν τον τρόπο διακρίνονται οι μηχανές κοπής που διαθέτουν 3 άξονες, οι μηχανές κοπής που διαθέτουν 4 άξονες και τέλος αυτές που διαθέτουν 5 άξονες. Οι μηχανές κοπής που διαθέτουν 3 άξονες έχουν την δυνατότητα να εκτελούν κινήσεις σε 3 κατευθύνσεις μέσα στον χώρο. Αυτές οι κατευθύνσεις αντιπροσωπεύουν η κάθε μία, μία τιμή X,Y, και Z. Αυτής της κατηγορίας οι μηχανές κοπής έχουν την ικανότητα να περιστρέφουν το εξάρτημα 180° κατά την εξωτερική και εσωτερική επεξεργασία. Θετικό στοιχείο των μηχανών κοπής με 3 άξονες είναι ότι δεν απαιτείται πολύς χρόνος για την κοπή αλλά και το κόστος μια τέτοιας μηχανής κοπής σε σύγκριση με μια μηχανή κοπής με μεγαλύτερο αριθμό αξόνων είναι μικρότερο. Παραδείγματα μηχανών κοπής με 3 άξονες είναι: inLab (Sirona), Lava (3M ESPE), Cercon brain (DeguDent). Μηχανές κοπής με 4 άξονες διαθέτουν μια ακόμα χωρική κίνηση. Σε αυτή την κατηγορία η γέφυρα τάσης (tension bridge) έχει την ικανότητα να περιστρέφεται χωρίς κανέναν περιορισμό με συνέπεια γέφυρες με μεγάλη αυχενοκοπτική διάμετρο εύκολα και με εξοικονόμηση χρόνου αλλά και υλικών να μπορεί να κατασκευαστεί (ΕΙΚ.27). Παραδείγματα συσκευών με 4 άξονες αποτελεί το Zeno (Wieland-Imes). Τέλος η κατηγορία μηχανών κοπής που διαθέτουν 5 άξονες έχει την πρόσθετη λειτουργία κίνησης του άξονα κοπής ή δυνατότητα περιστροφής ατράκτου της φρέζας. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτού του είδους τις συσκευές μπορεί να γίνει επεξεργασία πολύπλοκων γεωμετριών. Παράδειγμα πολύπλοκης

γεωμετρίας αποτελεί μια γέφυρα η οποία τα δόντια στηρίγματα συγκλίνουν. Συσκευές κοπής που διαθέτουν 5 άξονες κοπής μπορεί να είναι οι: Everest Engine (KaVo) και HSC Milling Device (etkon). Η πρώτη μηχανή κοπής απευθύνεται σε χώρο εργαστηρίου ενώ η δεύτερη σε χώρο κέντρου κοπής.

Οι περισσότεροι άξονες κοπής που διαθέτει μια μηχανή κοπής δεν ταυτίζεται με την καλύτερη ποιότητα της τελικής κατασκευής. Η ποιότητα της τελικής κατασκευής εξαρτάται συνολικά από την διαδικασία ψηφιοποίησης, τροποποίησης, διόρθωσης και τέλος παραγωγής και όχι από ένα στάδιο μεμονωμένα.<sup>19</sup>



Εικόνα 27: Διαθέσιμοι τρόποι φρεζαρίσματος: X,Z,Y για μηχανές κοπής με 3 άξονες, X,Y,Z και γέφυρα τάσης A για μηχανές κοπής με 4 άξονες και τέλος X,Y,Z, γέφυρα τάσης και άτρακτο φρεζαρίσματος B για μηχανή κοπής με 5 άξονες.<sup>19</sup>

### Παραλλαγές φρεζαρίσματος

Στην αφαιρετική μέθοδο φρεζαρίσματος το φρεζάρισμα μπορεί να εφαρμοστεί με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- **Στεγνό φρεζάρισμα**

Η στεγνή μέθοδος φρεζαρίσματος χρησιμοποιείται κυρίως σε περίπτωση τεμαχίων οξειδίου του ζirkονίου με χαμηλό βαθμό προ συσσωμάτωσης. Η συσκευή φρεζαρίσματος για στεγνό φρεζάρισμα προσφέρεται σε μειωμένο κόστος. Αυτό σημαίνει ότι για να επιτευχθεί στεγνό φρεζάρισμα δεν απαιτείται η δαπάνη πολλών χρημάτων για την αγορά μιας τέτοιας συσκευής. Επιπλέον με το στεγνό φρεζάρισμα αποφεύγεται η απορρόφηση υγρασίας από το τεμάχιο της ζirkονίας με συνέπεια να μην απαιτείται παραπάνω χρόνος ώστε να στεγνώσει πριν την διαδικασία της σύντηξης. Αρνητικό στοιχείο της διαδικασίας του στεγνού φρεζαρίσματος είναι ο χαμηλός βαθμός της προ συσσωμάτωσης. Ο χαμηλός βαθμός της προ συσσωμάτωσης σημαίνει αυξημένη συστολή για τους σκελετούς. Τέλος, μερικοί κατασκευαστές προτείνουν την δυνατότητα φρεζαρίσματος ρητίνης με την μέθοδο του στεγνού φρεζαρίσματος (Zeno 4030 (Wieland-Imes), Lava Form και Cercon brain).<sup>19</sup>

- **Υγρό φρεζάρισμα**

Σε αυτήν την μέθοδο, το φρεζάρισμα προστατεύεται με αρωγό τον ψεκασμό κρύου υγρού από την υπερθέρμανση του τροχισμένου υλικού. Αυτή η μέθοδος φρεζαρίσματος

είναι αναγκαία για όλα τα μέταλλα και τα υαλοκεραμικά με σκοπό να αποφευχθεί οποιαδήποτε βλάβη εξαιτίας της αυξημένης παραγωγής θερμότητας. Η μέθοδος του υγρού φρεζαρίσματος προτείνεται εάν το υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί είναι το οξείδιο του ζirkονίου με μεγάλο βαθμό προ σύντηξης. Ο λόγος που προτείνεται το υγρό φρεζάρισμα για το οξείδιο του ζirkονίου με μεγάλο βαθμό προ σύντηξης διότι ένας μεγαλύτερος αριθμός προ σύντηξης συμβάλει θετικά στην μείωση της συστολής και φροντίζει να περιορίσει την παραμόρφωση που συμβαίνει λόγω της σύντηξης. Παραδείγματα υγρής κατεργασίας φρεζαρίσματος είναι: Everest (KaVo), Zeno 8060 (Wieland-Imes), inLab (Sirona).<sup>19</sup>

### **Διαθέσιμα υλικά για επεξεργασία CAD/CAM**

Ο κατάλογος των διάφορων υλικών τα οποία είναι διαθέσιμα για επεξεργασία από συσκευές CAD/CAM εξαρτάται από τι υλικά υποστηρίζει το εκάστοτε σύστημα παραγωγής. Μερικές συσκευές για φρεζάρισμα είναι προσαρμοσμένες για την παραγωγή σκελετών ZrO<sub>2</sub> ειδικά ενώ άλλες προσφέρουν μια πιο ευρεία γκάμα υλικών όπως για παράδειγμα από ρητίνες έως υαλοκεραμικά και κεραμικά υψηλής απόδοσης. Τα υλικά που έχουν την δυνατότητα επεξεργασίας από συσκευές CAD/CAM είναι:

#### **1. Μέταλλα**

Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως το τιτάνιο και τα κράματα Cr-Co. Το φρεζάρισμα πολύτιμων κραμάτων δεν ωφελεί οικονομικά διότι τα πολύτιμα μέταλλα αποτρίβονται με μεγάλη ευκολία και είναι πολύ ακριβά. Παραδείγματα μετάλλων για επεξεργασία με συσκευές CAD/CAM είναι: coron (etkon: κράμα μη πολύτιμων μετάλλων), Everest Bio T-Blank (KaVo, καθαρό τιτάνιο).<sup>19</sup>

#### **2. Υλικά ρητίνης**

Με υλικά ρητίνης μπορούν να κατασκευαστούν στεφάνες ή σκελετοί γεφυρών για μακροχρόνιες προσωρινές ή με πλήρη ανατομία για προσωρινές αποκαταστάσεις.<sup>19</sup>

#### **3. Κεραμικά με βάση το πυρίτιο**

Τα υλικά αυτά προσφέρουν την δυνατότητα λείανσης από τα συστήματα CAD/CAM. Κεραμικά με βάση το πυρίτιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενθέτων, επενθέτων, veneer, στεφανών είτε με πλήρη είτε με μερική ανατομία. Επιπλέον πληθώρα κατασκευαστών προτείνει πέρα από τα μονοχρωματικά μπλοκ και μπλοκ με πολύχρωμα στρώματα (Vitablocs TriLuxe (Vita), IPS Empress CAD Multi (IvoclarVivadent)) για τις πλήρως ανατομικές στεφάνες. Επειδή τα κεραμικά διπυριτικού λιθίου χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές σταθερότητας, χρησιμοποιούνται για πλήρες ανατομικές στεφάνες προσθίων και οπίσθιων και για σκελετούς γεφυρών 3 τεμαχίων. Τέλος σε αυτή την κατηγορία υλικών υπάγονται τα υαλοκεραμικά, τα οποία λόγω της ημιδιαφάνειας τους παρομοιάζονται με τα φυσικά δόντια. Τα υλικά αυτά παρουσιάζουν αυξημένη αισθητική απόδοση ακόμα και χωρίς επένδυση. Κάτω από αυτό το πρίσμα η κατασκευή τους μπορεί να γίνει και στο οδοντιατρείο χωρίς την

παρέμβαση οδοντικού τεχνολόγου για την επένδυση τους στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο.<sup>19</sup>

#### **4. Κεραμικά διεισδύσεως**

Όλα τα κεραμικά διεισδύσεως προέρχονται από το σύστημα Vita In Ceram σε 3 παραλλαγές:

- *Vita In Ceram Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)*  
Είναι το κατάλληλο υλικό για επικαλύψεις στεφανών στην πρόσθια και οπίσθια περιοχή όσο και για σκελετούς 3 τεμαχίων στην πρόσθια περιοχή.
- *Vita In-Ceram Zirconia (70% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 30% ZrO<sub>2</sub>).<sup>19</sup>*  
Όπως και το *Vita In Ceram Alumina* είναι κατάλληλο για επικαλύψεις στεφανών στην πρόσθια και οπίσθια περιοχή αλλά και για σκελετούς 3 τεμαχίων τόσο την πρόσθια όσο και στην οπίσθια περιοχή.<sup>19</sup>
- *VITA In-Ceram Spinell (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)*  
Από τα κεραμικά με οξειδία διαθέτει την υψηλότερη ημιδιαφάνεια. Η χρήση του προτείνεται για την παραγωγή στεφανών στην πρόσθια περιοχή με υψηλές αισθητικές απαιτήσεις επικάλυψης σε άτομα νεαρής ηλικίας.<sup>19</sup>

#### **5. Οξείδια κεραμικών υψηλής απόδοσης**

- *Οξείδιο του αργιλίου (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)*  
Ενδείκνυται για περιπτώσεις επικαλύψεων στεφανών προσθίων καθώς και οπίσθιων δοντιών, για σκελετούς προσθίων δοντιών 3 τεμαχίων. Παραδείγματα μπλοκ οξειδίου αλουμινίου με δυνατότητα λείανσης είναι: In-Ceram AL Block (Vita), inCoris Al (Sirona) που διατίθεται σε χρώμα που μοιάζει με ελεφαντόδοντο.<sup>19</sup>
- *Οξείδιο ζirkονίου σταθεροποιημένο με υττριο (ZrO<sub>2</sub>, Y-TZP)*  
Πρόκειται για ένα κεραμικό οξειδίου υψηλής απόδοσης με εξαιρετικά μηχανικά χαρακτηριστικά όπως αντοχή στην κάμψη και θραύση σε σύγκριση με άλλα οδοντικά κεραμικά. Χρησιμοποιείται ως υλικό κατασκευής σκελετών γεφυρών και σε μεμονωμένα κολοβώματα εμφυτευμάτων που διαθέτουν τις κατάλληλες ενδείξεις. Παραδείγματα μπλοκ οξειδίου του ζirkονίου: Lava Frame (3M ESPE), Cercon Smart Ceramics (DeguDent), Everest ZS und ZH (KaVo), inCoris Zr (Sirona), In-Ceram YZ (Vita), zerion (etkon) και Zeno Zr ( Wieland-Imes).<sup>19</sup>

#### **Μελλοντικές τεχνολογίες**

Πρόκειται για νέες και πιο παραγωγικές μεθόδους παραγωγής αποκαταστάσεων που δεν θα λειτουργούν με την αφαιρετική μέθοδο όπως οι μηχανές φρεζαρίσματος αλλά με την προσθήκη υλικού. Αυτή η τεχνική παραγωγής αποκαταστάσεων χρησιμοποιείται ήδη και η παραγωγικότητα κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα και με μειωμένο κόστος. Επιπλέον,



είναι εφικτό να παραχθούν γεωμετρίες που δεν μπορούσαν με την αφαιρετική τεχνολογία.<sup>19</sup>

#### **Ποια η σημασία αυτών των συστημάτων;**

Η τεχνολογία CAD/CAM έχει διευρύνει την γκάμα των υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή οδοντικών αποκαταστάσεων. Αυτή η νέα τεχνολογία στάθηκε αρωγός έτσι ώστε να εισαχθούν νέα κεραμικά περισσότερο αξιόπιστα στον χώρο της οδοντικής τεχνολογίας. Παράδειγμα αποτελούν τα κεραμικά οξειδίου του ζirkονίου τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των μεταλλικών σκελετών για μόνιμες αποκαταστάσεις. Για να υπάρξει μεγαλύτερη εξέλιξη όμως και αυτά τα συστήματα να παρέχουν το μέγιστο των δυνατοτήτων τους είναι απαραίτητο οι οδοντίατροι να συμβαδίζουν με αυτά.<sup>19</sup>

#### **Αξιολόγηση των συστημάτων CAD/CAM;**

Τα νέα συστήματα αυτά έδωσαν καινούργιες προοπτικές στον τομέα της οδοντικής τεχνολογίας. Αύξησαν την ποιότητα των οδοντικών αποκαταστάσεων και παράλληλα την αύξηση της παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, η ανάγκη για ολοένα και αύξηση της παραγωγής δημιούργησε ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον με απαίτηση μεγάλων επενδύσεων για την αγορά πιο συγχρόνων τεχνολογιών.<sup>19</sup>

## **4.4 ΕΞΩΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ & ΕΝΔΟΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ - ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

### **4.4.1 Ψηφιακά προσωπικά τόξα**

Κατά την συναρμολόγηση του εικονικού αρθρωτήρα είναι σημαντικό τα τόξα να προσανατολίζονται σωστά (με ένα σημείο αναφοράς) από το κεφάλι του ασθενούς. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τα εικονικά προσωπικά τόξα. Τα εικονικά προσωπικά τόξα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με τη χρήση μέσων τιμών ή με κινηματική. Πριν την χρήση εικονικών προσωπικών τόξων απαιτείται ο προσδιορισμός ενός επιπέδου αναφοράς. Ένα σημείο αναφοράς διέρχεται από 3 σημεία. Το 1 σημείο βρίσκεται πρόσθια και τα υπόλοιπα δυο σημεία στο οπίσθιο μέρος του κεφαλιού. Τα δυο οπίσθια σημεία καθορίζουν τον τελικό γίγγλυμο άξονα. Τα κινηματικά εικονικά προσωπικά τόξα αναγνωρίζουν τον άξονα περιστροφής της άρθρωσης διαμέσου δερματικών σημείων αναφοράς. Τα δερματικά σημεία αναφοράς προσδιορίζουν τις ανατομικές κονδυλικές προεξοχές και για αυτό το λόγο μπορούν να είναι ακριβείς. Όταν γίνεται χρήση εικονικών προσωπικών αρθρωτήρων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πιθανή κλίση του οδοντικού τόξου σε μετωπιαίο επίπεδο. Στην βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί διαφορετικές μέθοδοι για την μεταφορά της θέσης των τόξων και την συναρμολόγηση σε έναν εικονικό αρθρωτήρα. Αυτές οι διαφορετικές προσεγγίσεις βασίζονται σε: κεφαλομετρικές εικόνες, σάρωση θέσης ενός δείκτη/ σημείου σε 6 θέσεις με αναφορά το κεφάλι χρησιμοποιώντας έναν τρισδιάστατο οπτικό σαρωτή, μια σειρά φωτογραφιών που μεταφράζεται ως τρισδιάστατη σάρωση προσώπου, ψηφιακή αξιογραφία,

στερεοφωτογραμμετρία, τυποποιημένες εξωστοματικές φωτογραφίες και φωτογραφία κωνικής δέσμης (CBCT).<sup>10</sup>

#### ΚΕΦΑΛΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Οι Noguchi et al (2007) παρουσίασε μια μέθοδο βασισμένη σε κεφαλομετρικές 2D εικόνες. Αυτή η διαδικασία παρήγαγε μια προσομοίωση στον Η/Υ του ορθογναθικού συστήματος μέσω ενσωμάτωσης δεδομένων που αποκτήθηκαν από το πρόσωπο, τις γνάθους και τα δόντια χρησιμοποιώντας μετωπιαία και πλάγια κраниακά κεφαλογράμματα που λαμβάνονται ταυτόχρονα και επεξεργάζονται με ένα τρισδιάστατο πρόγραμμα ανάλυσης σχήματος. Χρησιμοποιήθηκε σαρωτής λέιζερ για τη λήψη μορφολογικών δεδομένων από το πρόσωπο και τα γύψινα μοντέλα και των δυο τόξων και σαρωθήκαν τα μασητικά αποτυπώματα χρησιμοποιώντας DLS (έμμεση μεθοδολογία). Τα δεδομένα ανακατασκευάστηκαν και ενσωματωθήκαν για τις γνάθους των ασθενών χρησιμοποιώντας μια τεχνική που περιλαμβάνει προσαρμογή της προβολής σύμφωνα με την τρισδιάστατη κεφαλομετρία. Τα δεδομένα που ανακτήθηκαν υποβλήθηκαν σε επεξεργασία μέσω της υπέρθεσης πολλών σημείων και συντεταγμένων χωρίς την χρήση πραγματικού επιπέδου αναφοράς. Η αποφρακτική εγγραφή έγινε με MIP. Αυτή η τεχνική επιτρέπει την ανάλυση των αλλαγών της θέσης των οστών και σύμφωνα με συγγραφείς θα μπορούσε να βρει ενδείξεις στον τομέα της ορθογναθικής χειρουργικής. Αν και αυτές οι ροές εργασίας δεν είναι συνηθισμένες στην κλινική χρήση, οι ορθογναθικές εφαρμογές τους φαίνονται πολλά υποσχόμενες.<sup>10</sup>

#### ΣΑΡΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΝΟΣ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΕΞΙ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΟ ΚΕΦΑΛΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΕΝΑΝ 3D ΟΠΤΙΚΟ ΣΑΡΩΤΗ

Οι Solaberrieta et al το 2013 πρότεινε μια μεθοδολογία για την άμεση μεταφορά δεδομένων που σχετίζουν τις γνάθους με έναν εικονικό αρθρωτήρα in vivo, χωρίς να απαιτείται σάρωση μοντέλων που είναι τοποθετημένα σε μηχανικό αρθρωτήρα. Σε αυτήν την μέθοδο χρησιμοποιήθηκε ένας εξωστοματικός σαρωτής (ATOS, GOMmbH, Braunschweig, Γερμανία) και μια συσκευή τοποθετήθηκε φυσικά στο κεφάλι του ασθενούς για να διευκολυνθεί η κατασκευή μιας ψηφιακής πρόσοψης. Η χρήση 6 σημείων αναφοράς της κεφαλής και των γνάθων στον εγκάρσιο κраниακό άξονα επέτρεψε την μεταφορά της ακριβούς θέσης των σιαγόνων σε απόφραξη συνήθειας στον εικονικό αρθρωτήρα απευθείας.<sup>10</sup>

#### ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΜΙΑΣ ΣΕΙΡΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΣΕ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΑΡΩΣΗ ΠΡΟΣΩΠΟΥ

Οι Solaberrieta και οι συνεργάτες του το 2015 περιέγραψαν μια άμεση εικονική τεχνική για την μεταφορά της θέσης ενός ψηφιοποιούμενου εκμαγείου από τον ασθενή σε έναν εικονικό αρθρωτήρα χρησιμοποιώντας ένα εικονικό προσωπικό τόξο. Η εικονική διαδικασία περιλάμβανε απευθείας σάρωση των τόξων με χρήση ενδοστοματικών σαρωτών, χρήση συγκολλητικών στόχων για την επισήμανση των επιπέδων αναφοράς και τοποθέτηση ενός προσωπικού πιρουνιού με ελαστομερές αποτυπωτικό υλικό για την καταγραφή του επιπέδου της άνω γνάθου. Ελήφθησαν 8-10 φωτογραφίες του προσώπου για την καταγραφή δερματικών σημείων με ψηφιακή κάμερα. Αντίστροφη μηχανική λογισμικού χρησιμοποιήθηκε για την απόκτηση της χωρικής σχέσης μεταξύ της κεφαλής και των συγκολλητικών στόχων προκειμένου να κατασκευαστεί ένα

τρισδιάστατο εικονικό μοντέλο του προσώπου του ασθενούς. Μετά τη σάρωση του πιρουνιού ένα άλλο λογισμικό αντίστροφης μηχανικής χρησιμοποιήθηκε για την ευθυγράμμιση των τόξων με το εικονικό πιρούνι προσώπου. Αυτή η τεχνική εικονικού προσωπικού τόξου είναι η βάση για την σύγχρονη διαδικασία που χρησιμοποιείται πιο συχνά στην καθημερινή πρακτική.<sup>10</sup>

#### ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΞΙΟΓΡΑΦΙΑ

O Solaberrieta και οι συνεργάτες του το 2015 πρότειναν μια διαδικασία για τον προσδιορισμό του μεσοκονδυλικού άξονα χωρίς την χρήση φυσικού αξιογράφου. Οι συγγραφείς συνέκριναν επίσης την ακρίβεια μεταξύ της προτεινόμενης μεθόδου και της συμβατικής μεταφοράς άνω γνάθου με ψηφιακό αρθρωτήρα. Αν και η διαδικασία αναφέρθηκε σε έναν ασθενή, η ανάλυση απόκλισης πρότεινε αποδεκτά αποτελέσματα για ορθοδοντικούς σκοπούς αλλά όχι για ορθογναθικές χειρουργικές ή επανορθωτικές θεραπείες.<sup>10</sup>

#### ΣΤΕΡΕΟΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ

O Lam και οι συνεργάτες του, χρησιμοποίησαν ένα απλό σύστημα με λειτουργία εικονικού προσωπικού τόξου που μπορούσε να κατασκευαστεί από τον κλινικό ιατρό. Αποτελούνται από δυο πλαστικά αποτυπωτικά δισκάρια, σταθεροποιημένα με τούβλα Lego και κεριά μεταξύ των τόξων που περιέχει υλικό καταγραφής απόφραξης προκειμένου να μεταφερθεί η θέση της άνω γνάθου σε σχέση με τις τρισδιάστατες εικόνες προσώπου χρησιμοποιώντας μια συσκευή στερεοφωτογραμμετρίας. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ένας ενδοστοματικός σαρωτής για την καταγραφή της σχέσης ενδοαρθρικά. Αυτό το σύστημα συγκρίθηκε με το εικονικό μοντέλο που ελήφθη για ολόκληρο το πρόσωπο του ίδιου ασθενούς με CBCT, το οποίο έδειξε μεγαλύτερη απόκλιση για τα πρόσθια αλλά κατά μέσο όρο ήταν μικρότερη από 1 χιλιοστό.<sup>10</sup>

#### ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΕΞΩΣΤΟΜΑΤΙΚΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

O Petre και οι συνεργάτες του ανέφεραν μια νέα φιλική προς τον χρήστη τεχνική που βασίζεται στην χρήση τυποποιημένων δυσδιάστατων φωτογραφιών προσώπου, ενδοστοματικό σαρωτή, πιρούνι προσωπικού τόξου και λογισμικό CAD. αυτή η τεχνική επιτρέπει έναν γρήγορο τρόπο μεταφοράς ψηφιοποιημένων εκμαγείων άνω γνάθου σε έναν εικονικό αρθρωτήρα. Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι το εξαρτώμενο από τον χειριστή βήμα της επισήμανσης δερματικών σημείων αναφοράς που αντιστοιχούν στον άξονα της άρθρωσης χρησιμοποιώντας ένα μολύβι. Αυτή η μέθοδος θεωρείται αυθαίρετη.<sup>10</sup>

#### CBCT (ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΚΩΝΟΥ)

O Joda και οι συνεργάτες του πρότειναν μια τεχνική υπέρθεσης εικόνας για την ανακατασκευή ενός τρισδιάστατου ασθενή χρησιμοποιώντας ενδοστοματικές σαρώσεις πλήρων τόξων, εικόνες CBCT και στερεοφωτογραμμετρικές εικόνες σαρώσεων προσώπου. Η κύρια δυσκολία στον συνδυασμό των πληροφοριών των σκληρών και μαλακών ιστών του κρανίου, των οδοντικών τόξων και του δέρματος του προσώπου σχετίζεται με τις διαφορετικές μορφές των δεδομένων που λαμβάνονται ακτινογραφικά και με ενδοστοματικές και εξωστοματικές σαρώσεις. Οι εικόνες CBCT αποθηκεύονται με

μορφή Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) ενώ οι ενδοστοματικές σαρώσεις σε Standard Triangulation Language (STL) που έχουν δημιουργηθεί για λογισμικό στερεολιθογραφίας. Οι σαρωτές προσώπου που χρησιμοποιούνται για τα εξωστοματικά σκάνερ του δέρματος δημιουργούν εικόνες και δεδομένα σε αρχεία Object. Αυτή η διαδικασία αντιπροσωπεύει έναν καινούριο τρόπο αναπαραγωγής κλινικών πληροφοριών σε ένα εικονικό περιβάλλον μέσω της υπέρθεσης δεδομένων που αποκτήθηκαν από ενδοστοματικές σαρώσεις πλήρους τόξου, CBCT, στερεοφωτογραμμετρικές εικόνες προσώπου και καταδεικνύει την σκοπιμότητα κατασκευής ενός μοντέλου κρανιοπροσωπικής εικονικής πραγματικότητας με συγχώνευση DICOM, STL και Object.<sup>10</sup>

Ο Lepidi και οι συνεργάτες του περιέγραψαν μια πλήρως ψηφιακή προσέγγιση για την μεταφορά των θέσεων των άνω τόξων και την τοποθέτηση τους σε εικονικό αρθρωτήρα. Αυτή η τεχνική περιλάμβανε τη χρήση ενδοστοματικών σαρώσεων και εικόνων CBCT. Το λογισμικό Blue Sky Plan χρησιμοποιήθηκε για τη μετατροπή του αρχείου DICOM σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο του κρανίου ασθενούς. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιλογή του επιπέδου αναφοράς θα πρέπει να βασίζεται στο σύστημα άρθρωσης που χρησιμοποιείται στο λογισμικό CAD. Η τρισδιάστατη ανακατασκευή από εικόνες CBCT μπορεί να παρέχει αυτά τα σημεία αναφοράς καθώς και τη θέση του άνω τόξου καθιστώντας δυνατή την κινηματική πρόσοψη. Αυτή η τεχνική θα μπορούσε να είναι κατάλληλη για περίπλοκες διεπιστημονικές περιπτώσεις που απαιτούν σάρωση CBCT με μεγάλο οπτικό πεδίο.<sup>10</sup>

#### *4.4.2 Σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα ελέγχου και εντοπισμού των συγκλεισιακών επαφών (T-SCAN)*

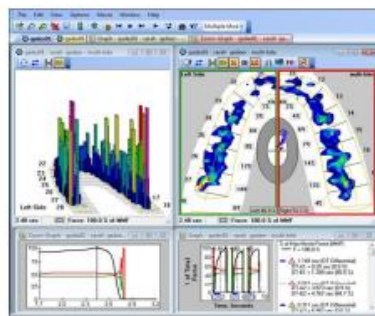
Για χρόνια, τα μοναδικά μέσα για την ανάλυση και κατανόηση της εξισορρόπησης των συγκλεισιακών δυνάμεων ήταν το χαρτί άρθρωσης, τα κεριά, η πάστα ένδειξης πίεσης κ.λπ. Όλοι αυτά τα μέσα όμως δεν εντοπίζουν την ταυτόχρονη επαφή αλλά ούτε έχουν την δυνατότητα ποσοτικοποίησης της δύναμης και του χρόνου. Η χρήση του χαρτιού άρθρωσης (καρμπόν) είναι η συνηθέστερη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εντόπιση της υπερβολικής δύναμης σε διάφορες συγκλεισιακές επαφές. Η χρήση του όμως, μπορεί να έχει δυσμενή αποτελέσματα στην σύγκλιση. Για τον προηγούμενο λόγο, σήμερα που είναι μια περίοδος στην προσθετική που κυριαρχούν τα εμφυτεύματα και τα ολοκεραμικά, δημιουργείται η ανάγκη για πιο πιστό έλεγχο των συγκλεισιακών δυνάμεων. Η αλλαγή ήρθε με την έλευση των συστημάτων T-SCAN από το 1947 έως και σήμερα (ΕΙΚ.28). Τα συστήματα T-SCAN αναφέρονται ως μηχανοποιημένες συσκευές, οι οποίες ανά τα χρόνια αναβαθμίζονται συνεχώς με στόχο την ελάχιστη καταστροφική κατανομή δυνάμεων στις προσθετικές εργασίες.<sup>46</sup>



Εικόνα 28: T-Scan 3 με γραφικά έκδοσης 8.<sup>47</sup>

### **Λίγα λόγια για τα συστήματα T-SCAN**

Για να γίνει κατανοητή οποιαδήποτε δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος κρίνεται απαραίτητη η ανάλυση της σύγκλεισης. Εξαιτίας της συνθέτης φύσης του συγκλεισιακού συστήματος που διαθέτουν οι άνθρωποι η εύρεση μιας λειτουργικής σύγκλεισης είναι δύσκολη. Αυτό το πρόβλημα δημιούργησε την ανάγκη για συσκευές ελέγχου και εντοπισμού συγκλεισιακών επαφών γνωστά ως T-SCAN. Ένα σύστημα T-SCAN προσφέρει τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική ανάλυση των συγκλεισιακών επαφών. Επίσης τέτοιου είδους συστήματα δίνουν την δυνατότητα προσέγγισης της σύγκλεισης τόσο για κλινική αξιολόγηση της τελευταίας αλλά και για την κατανόηση αυτής. Συστήματα αυτής της κατηγορίας μπορούν να αναλύσουν τις συγκλεισιακές επαφές ως προς την θέση στην οποία βρίσκονται, την συχνότητα που αυτές εμφανίζονται αλλά και την δύναμη αυτών των συγκλεισιακών επαφών. Το 1984 ο Maness και οι συνεργάτες του εισήγαγαν το T-Scan® I με τεχνολογία αισθητήρα Mylar. Το 1987 η Tekscan ανακάλυψε το T-Scan®, την πρώτη τεχνολογία αισθητήρων βασισμένη σε πλέγμα που προοριζόταν ιδιαίτερα για συγκλεισιακή ανάλυση. Μέχρι το 2018 είχε εκπληρωθεί η έκδοση 5 του T-SCAN. Τα δεδομένα που συλλέγονται από την ανάλυση της σύγκλεισης με τα συστήματα T-SCAN εμφανίζονται ως δυναμικές εικόνες δυο ή τριών διαστάσεων του χώρου με έγχρωμες στήλες. Οι έγχρωμες στήλες ξεκινούν από το μπλε χρώμα το οποίο αντιπροσωπεύει την βέλτιστη δύναμη έως και το κόκκινο χρώμα το οποίο αντιστοιχεί στην μέγιστη δυνατή δύναμη που διαγράφεται στην οθόνη του υπολογιστή αφού προηγηθεί το δάγκωμα του αισθητήρα από τον ασθενή (ΕΙΚ.29).<sup>46</sup>



Εικόνα 29: T-Scan ανάλυση δαγκώματος δισδιάστατα και τρισδιάστατα.<sup>47</sup>

### **Από ποια μέρη αποτελείται ένα σύστημα T-SCAN;**

Ένα σύστημα T-SCAN απαρτίζεται από: έναν αισθητήρα, ένα στήριγμα, έναν μηχανισμό λαβής, την μονάδα του συστήματος, ένα λογισμικό και έναν εκτυπωτή. Με τα συστήματα αυτής της κατηγορίας παρέχεται η δυνατότητα ποσοτικοποίησης των στοιχείων μέσω της καταμέτρησης της έκτασης του δαγκώματος, του χρόνου που αυτό διαρκεί αλλά και την δύναμη επαφής ανάμεσα στα δόντια. Αυτά τα δεδομένα αποθηκεύονται σε έναν σκληρό δίσκο ώστε έπειτα να μπορούν να αναπαραχθούν σε εικονοσειρά με στόχο την ανάλυση τους.<sup>46</sup>

Ο αισθητήρας αποτελεί ένα απαραίτητο στοιχείο το οποίο είναι κατασκευασμένο από πολυεστερική μεμβράνη και παρέχεται σε δυο μεγέθη. Το μεγάλο μέγεθος έχει την δυνατότητα να δεχτεί τόξο πλάτους έως 66mm και βάθους 56mm και διαθέτει 1370 αισθητήρες. Από την άλλη ο μικρός σε μέγεθος αισθητήρας έχει την δυνατότητα να δεχτεί τόξο πλάτους έως 58mm και βάθους 51mm διαθέτοντας 1122 αισθητήρες. Αν και οι αισθητήρες T-SCAN έχουν δυο διαφορετικά μεγέθη έτσι ώστε να φιλοξενούν τόξα δυο διαστάσεων, δεν υπάρχουν άρθρα που να αναφέρουν χρήση σε παιδιά και σε ασθενείς με περιορισμένο άνοιγμα στόματος βιβλιογραφικά.<sup>46</sup>

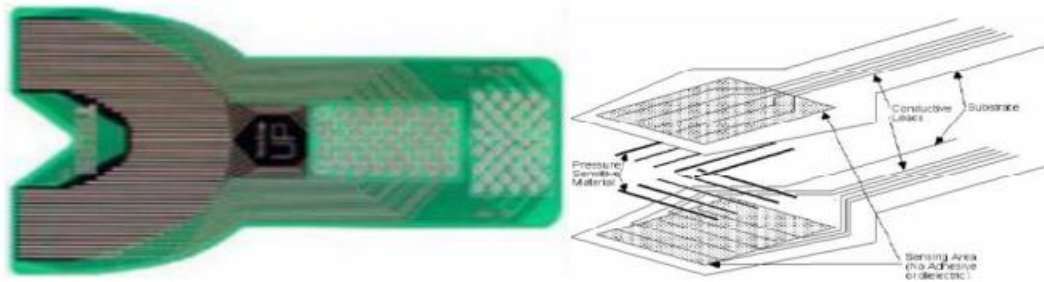
Ο αισθητήρας απαρτίζεται από στήλες και σειρές οι οποίες περιέχουν μελάνι ευαίσθητο στην πίεση. Ο αισθητήρας είναι προσαρμοσμένος σε μια λαβή η οποία αναγνωρίζει το δεδομένα του αισθητήρα μεταφέροντας τα στο λογισμικό του υπολογιστή ο οποίος με την σειρά του τα παρουσιάζει διαμέσου οπτικής οθόνης (ΕΙΚ.30). Ένα σύστημα T-SCAN λειτουργεί με ανάλυση χρόνου και με ανάλυση δύναμης:

#### ➤ Ανάλυση χρόνου

Αυτή η δυνατότητα παρέχει πληροφορίες για την θέση και την αλληλουχία των συγκλεισιακών επαφών παρουσιάζοντας με διαφορετικό χρώμα την πρώτη, δεύτερη, τρίτη, κλπ επαφή. Στο πάνω μέρος της οθόνης του υπολογιστή παρουσιάζεται η χρονική στιγμή της κάθε επαφής σε σύγκριση με την πρώτη.<sup>46</sup>

#### ➤ Ανάλυση δύναμης

Αυτή η δυνατότητα που διαθέτουν τα συστήματα T-SCAN δίνει στοιχεία για την θέση αλλά και την σχετική δύναμη της επαφής των δοντιών. Στο κάτω μέρος της οθόνης του υπολογιστή παρουσιάζεται το μήκος δαγκώματος. Η ανάλυση της δύναμης μπορεί να γίνει με άλλους δυο τρόπους επιπλέον. Πιο συγκεκριμένα, με στιγμιαίο τρόπο όπου καταγράφονται οι θέσεις της κάτω γνάθου ή με τον διαδοχικό τρόπο όπου καταγράφεται η ένταση των συγκλεισιακών επαφών κατά τις κινήσεις της κάτω γνάθου.<sup>46</sup>



Εικόνα 30: T-Scan αισθητήρας.<sup>47</sup>

### **Ποια η τεχνική καταγραφής με ένα σύστημα T-SCAN;**

Η λαβή καταγραφής με τον αισθητήρα και το στήριγμα του τόξου τοποθετείται ανάμεσα στους κεντρικούς τομείς της άνω γνάθου του ασθενούς. Ο αισθητήρας εισέρχεται με τέτοιο τρόπο στο στόμα του ασθενούς ώστε η τελική του θέση να τοποθετείται ακριβώς στην μέση γραμμή των άνω τομέων. Έπειτα ζητείται από τον ασθενή να κλείσει το στόμα του σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης και η καταγραφή ξεκινάει πατώντας το κουμπί στη λαβή καταγραφής. Αφού πατηθεί το κουμπί καταγραφής, το τόξο διαγράφεται αυτόματα στην οθόνη του υπολογιστή. Αυτή η αυτόματη αποτύπωση του τόξου στην οθόνη του υπολογιστή πλησιάζει το πραγματικό τόξο του ασθενή καθώς υπάρχουν αμφιβολίες για την σαφή θέση της επαφής των δοντιών στην οθόνη.<sup>47</sup>

### **Πως παρουσιάζονται τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από την καταγραφή;**

Τα στοιχεία τα οποία συλλέγονται παρουσιάζονται με την μορφή ενός φιλμ/ταινίας. Σε αυτήν την ταινία η τροχιά του κέντρου δύναμης παρουσιάζεται σε πραγματικό χρόνο από την αρχή της καταγραφής. Κάτω από αυτό το πρίσμα, συλλέγοντας πληροφορίες για την πρώτη συγκλεισιακή επαφή μπορεί να προσαρμοστεί ταυτόχρονη συγκλεισιακή επαφή. Αν το προηγούμενο γίνει εφικτό, τότε ο ασθενής θα νιώσει μια πιο εκτενή επαφή και ο λόγος είναι ότι δημιουργούνται αληθινές αμφοτερόπλευρα και ταυτόχρονα επαφές.<sup>47</sup>

### **Που μπορεί να εφαρμοστεί το σύστημα T-SCAN;**

Το σύστημα T-SCAN μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην:

- Επανορθωτική προσθετική
- Κινητή προσθετική
- Εμφυτευματική προσθετική
- Συγκλεισιακή εξισορρόπηση
- Περιοδοντική διαχείριση
- Ορθοδοντική
- Εντοπισμός επώδυνων δοντιών
- Κροταφογναθική ανάλυση
- Έρευνα

### **Ποια η χρησιμότητα των συστημάτων T-SCAN;**

Τα σύστημα T-SCAN είναι μια αξιόπιστη μέθοδος για την εκτίμηση και ανάλυση της κατανομής των συγκλεισιακών επαφών κατά την διάρκεια που η κάτω γνάθος βρίσκεται σε θέση μέγιστης συγγόμφωσης. Είναι μια μέθοδος που απαιτεί μια μεγάλη οικονομική επένδυση αλλά προσφέρει και πολλά οφέλη κλινικά. Πιο συγκεκριμένα με αυτήν την μέθοδο γίνεται αντιληπτός ο τρόπος κατανομής των μασητικών δυνάμεων, που είναι σημαντικό ακόμα και για διδακτικούς σκοπούς. Τα στοιχεία τα οποία συλλέγονται από ένα σύστημα T-SCAN μπορούν να αναλυθούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Ο πρώτος τρόπος παρουσιάζει την διάρκεια και την σπουδαιότητα όλων των επαφών. Κατά τον δεύτερο τρόπο, προσδιορίζονται δυσανάλογες δυνάμεις φόρτισης και παροδικές δυνάμεις κρούσης σε συγκεκριμένα δόντια. Τέλος κατά τον τρίτο τρόπο, εξετάζονται οι επαφές των δοντιών όσο η κάτω γνάθος εκτελεί το λειτουργικό εύρος των κινήσεων της. Προκειμένου για την ποσοτικοποίηση των κάλων αποτελεσμάτων που προσφέρουν τα συστήματα T-SCAN, είναι απαραίτητο να διενεργηθούν τυχαίοι έλεγχοι.<sup>47</sup>

### **Ποια η εξέλιξη της τεχνολογίας των συστημάτων T-SCAN;**

Η εξέλιξη αυτών των συστημάτων απαιτούσε ολοένα και την ανανέωση αυτών τα τελευταία χρόνια.

Αφετηρία στα συστήματα T-SCAN είναι η χρόνια 1984 την οποία εμφανίστηκε το T-Scan I, το πρώτο σύστημα καταγραφής και ανάλυσης μασητικών δυνάμεων με ηλεκτρονικά μέσα ελέγχου. Το 1995 εμφανίζεται το T-Scan II for Windows®. Για την λειτουργία του ήταν απαραίτητη η χρήση ενός υπολογιστή συμβατού με επεξεργαστή Pentium και τουλάχιστον 4 έως 8 megabytes μνήμη RAM. Έπειτα στον χώρο αυτών των συστημάτων κάνει την εμφάνιση του το 2004 το T-Scan III USB με τρεις εκδόσεις λογισμικού: την 5, την 6 και την 7. Το σύστημα αυτό εκπροσώπησε την τρίτη γενιά αυτών των συστημάτων, η οποία ήταν πιο εξελιγμένη. Το γεγονός ότι υπήρχε η δυνατότητα σύνδεσης του συστήματος αυτού με USB στον υπολογιστή έκανε πιο εύκολη την μετάδοση της εγγραφής από την λαβή στην οθόνη επεξεργασίας του υπολογιστή. Το 2008 η εξέλιξη των συστημάτων αυτών έφερε στο προσκήνιο το λογισμικό Turbo. Το λογισμικό Turbo πρόσφερε στον κλινικό ιατρό την δυνατότητα καταγραφής σε πολύ γρήγορο χρόνο. Πιο συγκεκριμένα η ταχύτητα καταγραφής μεταβλήθηκε από 0,01 κλάσματα του δευτερολέπτου σε 0,003. Η μεγάλη ικανότητα ταχύτητας αυτού του συστήματος προσέφερε αυξημένη ικανότητα εντοπισμού μη ταυτόχρονων επαφών καθώς και σημείων συγκέντρωσης δύναμης που προκαλούσαν ανωμαλίες στην λειτουργία του στοματογναθικού συστήματος. Εκτός των άλλων αυτό το σύστημα είχε το πλεονέκτημα ότι παρείχε αυξημένη ακρίβεια.<sup>48</sup>

Η περαιτέρω ανάπτυξη των συστημάτων T-Scan συστήνει το 2012 το T-Scan 8. Το T-Scan 8 σχεδιάστηκε με σκοπό την δημιουργία μιας πιο απλής οθόνης γραφικών, η οποία θα έκανε τον εγκλιματισμό του χρήστη πιο εύκολο αφού περιείχε λιγότερο λογισμικό (κουμπιά και εργαλεία). Το λογισμικό αυτού του συστήματος βασιζόταν σε Windows. Κάτω από αυτό το πρίσμα, ο χρόνος εκμάθησης του εκάστοτε χρήστη μειώθηκε. Ως



αποτέλεσμα το σύστημα T-Scan 8 έγινε πιο συμβατό. Το σύστημα T-Scan 8 όμως παρείχε και δυο περιορισμούς. Παρά το γεγονός ότι οι αισθητήρες το λιγότερο εφικτό πάχος, καθώς είχε αποδειχτεί ότι όσο πιο λεπτού πάχους είναι τα υλικά καταγραφής τόσο καλύτερο το αποτέλεσμα καταγραφής, παραμένουν παχύτεροι σε σύγκριση με το αρθρωτό χαρτί. Ακόμα, οι αισθητήρες αυτού του συστήματος μπορούν να καταστραφούν όταν συσσωρευτούν δυνάμεις σε μια μικρής έκτασης περιοχή όπως σε έναν αιχμηρό δόντι. Τέλος το 2018 κυκλοφόρησε το T-Scan 10, η πιο μοντέρνα έκδοση αυτών των συστημάτων, η οποία περιέχει πολλές νέες δυνατότητες λογισμικού που ενισχύουν την ανάλυση των συγκλεισιακών σχέσεων.<sup>48</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ

### 5.1. Ανάρτηση και οριοθέτηση των εκμαγείων στον αρθρωτήρα

#### 5.1.1 Τυπική ανάρτηση

Μια τυπική ανάρτηση εκμαγείων αναφέρεται στην χρήση αρθρωτήρων με σταθερές αποκλίσεις. Σε τέτοιου τύπου αρθρωτήρες τα εκμαγεία της άνω με την κάτω γνάθο αναρτώνται αφού έχουν έρθει προηγουμένως σε συγκλεισιακή επαφή μεταξύ τους. Αφού γίνει αυτό, τα δυο εκμαγεία ενωμένα πλέον, προσδιορίζονται στον αρθρωτήρα. Για να επιτευχθεί το προηγούμενο, χρησιμοποιείται είτε πλαστελίνη ή το ειδικό τραπεζίδιο που δίνεται από την κατασκευαστική εταιρία. Η ανάρτηση κατευθύνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σύμφωνα με αυτές, τα εκμαγεία αναρτώνται με την βοήθεια ενός λάστιχου το οποίο, περνάει από τις μεσότητες των κάθετων στύλων και στο ενδιάμεσο περίπου της τομικής βελόνας. Όπως γίνεται αντιληπτό, το λάστιχο ορίζει τρία σημεία όπου αυτά ταυτίζονται με το μασητικό επίπεδο. Παράλληλα, με αυτά τα σημεία τα εκμαγεία έχουν κάποια απόσταση από την τομική βελόνα.<sup>4</sup>

#### 5.1.2 Εξατομικευμένη ανάρτηση με τη χρήση προσωπικού τόξου

Μια εξατομικευμένη ανάρτηση εκμαγείων σε αρθρωτήρα προϋποθέτει την χρήση προσωπικού τόξου. Το προσωπικό τόξο τοποθετείται στον αρθρωτήρα με τα κινητά οριζόντια μέρη τα οποία διαθέτει αμφοτερόπλευρα. Αυτά συναρμόζουν κατάλληλα στον αρθρωτήρα, στις προβολές του εγκάρσιου γίγγλυμοι άξονα αυτού. Τα δυο αυτά μέρη καθορίζονται σε μια θέση αφού βιδωθούν. Έπειτα ρυθμίζεται ο τηλεσκοπικός συγκρατητήρας με σκοπό την βαστάξει της ενδοστοματικής περόνης. Πάνω σε αυτήν βρίσκονται τα εντυπώματα του ασθενή από τις καταγραφές που έχουν προηγηθεί όπου πάνω στα οποία θα γίνει η τοποθέτηση του άνω εκμαγείου. Πέρα από αυτά, γίνεται διαμόρφωση των αξονοκογχικών επιπέδων με αποτέλεσμα όταν το άνω σκέλος του αρθρωτήρα εφάπτεται στην τομική τράπεζα, το αξονοκογχικό επίπεδο να έρχεται σε επαφή με τον υποκόγχιο δείκτη.

Στο επόμενο στάδιο, το εκμαγείο της άνω γνάθου εισέρχεται στον ενδιάμεσο χώρο του αρθρωτήρα και εφαρμόζεται στα εντυπώματα. Το άνω σκέλος του αρθρωτήρα, αφού προηγηθεί η τοποθέτηση του άνω εκμαγείου στην σωστή θέση κλείνει έτσι ώστε να έρθει σε ελαφρά επαφή με την άκρη του υποκόγχιου δείκτη. Όταν ολοκληρωθεί το παραπάνω στάδιο, εξετάζεται ο διαθέσιμος χώρος του αρθρωτήρα ο οποίος θα υποδεχτεί την γύψο ανάρτησης. Η γύψος ανάρτησης που χρησιμοποιείται είναι η οδοντιατρική γύψος. αυτή η γύψος διαθέτει τα πλεονεκτήματα της γρήγορης πήξης σε μόλις 3-5' αλλά και της μικρής διαστολής πήξης με ποσοστό 0,08% έναντι του ποσοστού 0,20% που διαθέτει η γύψος τύπου III και των 12' όπου χρειάζεται για την πήξη του αλλά και το ποσοστό 0,10-0,15% που διαθέτει η υπέρσκληρη γύψος τύπου IV και τα 12' εξίσου όπως η προηγούμενη για την πήξη της. Κάτω από αυτό το πρίσμα, η οδοντιατρική γύψος ανάρτησης είναι η γύψος εκλογής διότι η χαμηλή διαστολή πήξης μειώνει το ενδεχόμενο μεταβολής των σχέσεων των γνάθων. Για να αποδώσει η οδοντιατρική γύψος ανάρτησης αυτά τα πλεονεκτήματα, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι σωστές

αναλογίες και να τηρηθούν πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή. Η διαδικασία της ανάρτησης πρέπει να γίνεται με προσοχή με σκοπό οι επιφάνειες των δοντιών να μείνουν ανεπηρέαστες από την γύψο ανάρτησης.

Ολοκληρώνοντας την ανάρτηση, η γύψος χρειάζεται κάποιο χρονικό διάστημα ώστε να πήξει, στο οποίο χρονικό διάστημα δεν επιτρέπεται καμία διαδικασία. Στο τέλος, αφού η γύψος έχει πήξει το προσωπικό τόξο, μπορεί να αφαιρεθεί από τον αρθρωτήρα. Σε επόμενο στάδιο, ο αρθρωτήρας με το άνω εκμαγείο αναρτημένο γυρίζεται ανάποδα και με αρωγό τις καταγραφές έρχεται σε συναρμογή με το άνω εκμαγείο. Έπειτα ετοιμάζεται πολτός γύψου και γίνεται η ανάρτηση του κάτω εκμαγείου. Στη φάση αυτή, η τομική βελόνα πιέζεται προς τα κάτω έτσι ώστε να έρχεται σε πλήρη επαφή με το κέντρο της τομικής τράπεζας του αρθρωτήρα. Το πάχος του υλικού καταγραφής έχει μετρηθεί με ταχύμετρο και το πάχος του έχει μεταφερθεί στην κλίμακα της τομικής βελόνας. Αφού αφηθεί η γύψος και πήξει ο αρθρωτήρας είναι έτοιμος να ανοιχθεί. Τότε οι καταγραφές αφαιρούνται και η τομική βελόνα απελευθερώνεται από την βίδα συγκράτησης της και όταν ακουμπήσει πλήρως στο κέντρο της τομικής τράπεζας τις δυο γνάθους άνω και κάτω σε πλήρη συγγόμφωση τότε σφίγγεται η βίδα συγκράτησης και η ανάρτηση των εκμαγείων άνω και κάτω γνάθου σε αυτό το στάδιο έχει ολοκληρωθεί.<sup>4</sup>

## **5.2. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΓΚΛΕΙΣΗΣ ΣΕ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΑΡΘΡΩΤΗΡΕΣ – ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ**

Οι πιο χαρακτηριστικοί αρθρωτήρες, οι οποίοι είναι και πιο διαδεδομένοι σε ότι αφορά την χρήση για την κατασκευή οδοντικών προσθέσεων είναι οι αρθρωτήρες Hanau που υπάγονται στην κατηγορία Nonarcon και οι αρθρωτήρες Whip-Mix που υπάγονται στην κατηγορία Arcon. Για να ρυθμιστούν αυτοί οι αρθρωτήρες απαιτούνται ενδοστοματικές καταγραφές. Οι ενδοστοματικές καταγραφές για την ρύθμιση των συγκεκριμένων αρθρωτήρων γίνονται σε καθορισμένες στατικές θέσεις. Πιο συγκεκριμένα γίνονται σε θέση προολίσθησης ή σε θέση πλαγιολίσθησης. Για τους αρθρωτήρες Nonarcon όπως ο Hanau της σειράς H2 και ο Dentatus ARL είναι απαραίτητη η καταγραφή σε θέση προολίσθησης. Με την καταγραφή αυτή μπορεί να ρυθμιστεί άμεσα η κονδυλική κλίση και έμμεσα με την χρήση του τύπου  $L = H/8 + 12$  ( όπου L η γωνία Bennett και H η κονδυλική κλίση), ο οποίος τύπος βρίσκεται επάνω στον αρθρωτήρα, να βρεθεί η γωνία Bennett. Για τους αρθρωτήρες Arcon όπως ο Whip-Mix, Hanau 154-1, Denar Mark II απαιτείται καταγραφή σε θέση πλαγιολίσθησης αμφοτερόπλευρα. Με αυτές τις καταγραφές ρυθμίζεται και η κονδυλική κλίση και η γωνία Bennett.<sup>4</sup>

### **Ενδοστοματικές καταγραφές**

Δυο φύλλα σκληρό κερί με διαμόρφωση πέταλου θερμαίνονται στους 50° C και τοποθετούνται στο άνω οδοντικό τόξο του εκάστοτε ασθενή. Έπειτα από εντολή του κλινικού ιατρού, ο ασθενής φέρνει τις κοπτικές επιφάνειες των δοντιών της άνω γνάθου σε επαφή με τις κοπτικές επιφάνειες των δοντιών της κάτω γνάθου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται εντυπώματα των άνω δοντιών πάνω στο κερί, το οποίο απομακρύνεται και αφού απαλλαχθεί από τυχόν περίσσειες μπορεί να λειτουργήσει ως οδηγός για τον επαναπροσδιορισμό του στο στόμα. Το επόμενο βήμα διαφέρει αν ο αρθρωτήρας που

πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ρυθμίζεται με καταγραφή προολίσθησης ή με πλαγιολίσθησης αμφοτερόπλευρα. Στην πρώτη περίπτωση, κερύ πλάτους 5 χιλιοστών προστίθεται αμφοτερόπλευρα στην κάτω επιφάνεια του κεριού που είχε διαμόρφωση πέταλου και επανατοποθετείται στο στόμα του ασθενή. Ο ασθενής έπειτα από εντολή του κλινικού ιατρού φέρει σε επαφή τις κοπτικές επιφάνειες των δοντιών άνω και κάτω οδοντικού τόξου. Στην δεύτερη περίπτωση, για να παρθεί καταγραφή πλαγιολίσθησης, κερύ πλάτους 5 χιλιοστών τοποθετείται ετερόπλευρα και πάντα στην πλευρά του μη εργαζομένου κόνδυλου. Ο ασθενής καλείται να φέρει τις κοπτικές επιφάνειες των κυνοδόντων σε επαφή. Η διαδικασία καταγραφής πλαγιολίσθησης επαναλαμβάνεται δυο φορές, μια για τον κάθε κόνδυλο.<sup>4</sup>

### ***Ρύθμιση αρθρωτήρων***

Η ρύθμιση αρθρωτήρων Nonarcon ξεκινάει με το ανασήκωμα της τομικής βελόνας και την ρύθμιση της γωνίας Bennett στις 0°. Εν συνέχεια, απελευθερώνονται οι κωνδυλικού οδηγού και οι κωνδυλικές σφαίρες. Η καταγραφή προολίσθησης που λήφθηκε εφαρμόζεται στην κάτω γνάθο. Το εκμαγείο της άνω γνάθου έπειτά από καθοδήγηση, καταλήγει στο σημείο να εφάπτεται τέλεια στα εντυπώματα. Στο σημείο της τέλει εφαρμογής, οι κωνδυλικοί οδηγοί αναγράφουν μια κλίση η οποία έχει οριστεί από την καταγραφή. Η κλίση αυτή σταθεροποιείται αμφοτερόπλευρα και έπειτα λαμβάνοντας την ένδειξη από την κλίμακα της κωνδυλικής κλίσης με την εφαρμογή του τύπου υπολογίζεται και ρυθμίζεται η γωνία Bennett στο στέλεχος του αρθρωτήρα.<sup>4</sup>

Η ρύθμιση αρθρωτήρων Arcon προϋποθέτει καταγραφή πλαγιολισθήσεων αμφοτερόπλευρα. Οι καταγραφές αυτές δίνουν πληροφορίες έτσι ώστε να ρυθμιστεί η κωνδυλική κλίση και η γωνία Bennett. Αρχικά η τομική βελόνα ανασηκώνεται και η κωνδυλική κλίση ασφαρίζεται στις 45° ενώ η γωνία Bennett στις 0°. Οι καταγραφές πλαγιολίσθησης δεν τοποθετούνται ταυτόχρονα άλλα μια κάθε φορά. Ο μη εργαζόμενος κόνδυλος της κάθε πλαγιολίσθησης μετακινείται μπροστά μέσα και κάτω ενώ ο εργαζόμενος εφάπτεται στο οπίσθιο τμήμα του κωνδυλικού οδηγού. Για την ρύθμιση της κωνδυλικής κλίσης της μη εργαζομένης πλευράς, ο κωνδυλικός οδηγός ασφαρίζεται και προσαρμόζεται με σκοπό να εφάπτεται στο άνω τμήμα του με το κωνδυλικό στοιχείο και εκεί ασφαρίζεται. Με την σειρά του, ασφαρίζεται ο οδηγός πλάγιας μετατόπισης και προσαρμόζεται έτσι ώστε να εφάπτεται και εκείνος με το κωνδυλικό στοιχείο και αφού έρθει σε επαφή ασφαρίζεται σε αυτή την θέση. Η ίδιες ενέργειες ακολουθούνται και για την ρύθμιση των κωνδυλικών στοιχείων της απέναντι πλευράς. Τέλος η τομική βελόνα φέρνεται στην προηγούμενη της θέση.<sup>4</sup>

### **5.3. ΛΑΘΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ**

Κατά την ανάρτηση των εκμαγείων στο αρθρωτήρα μπορούν να γίνουν διάφορα λάθη. Πιο συγκεκριμένα μπορούν να γίνει λάθη τα οποία οφείλονται στον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται ή μπορεί να υπάρξει κάποιο λάθος και στην διαδικασία που έχει ακολουθηθεί. Επίσης μπορεί να έχουν υπάρξει σφάλματα κατά την διάρκεια των καταγραφών από τον οδοντίατρο, να μην έχει οδηγήσει σωστά την κάτω γνάθο σε θέση

είτε κεντρική είτε στις έκκεντρες κινήσεις που οι αρθρωτήρες συνήθως ρυθμίζονται και σε αυτές τις θέσεις. Τέλος μπορούν να έχουν γίνει λάθη κατά την διάρκεια που τα υλικά χειρίζονται. Αρχικά τα λάθη που μπορεί να έχουν γίνει στα εργαλεία που έχουμε χρησιμοποιήσει είναι η καταγραφή του τελικού εγκάρσιου γίγγλυμου άξονα. Ο άξονας αυτός μπορεί να μην έχει αποτυπωθεί καλά. Για να αποτυπωθεί με ακρίβεια αυτός ο άξονας χρειάζεται ένα κινητικό προσωπικό τόξο. Αυτό όμως στην καθημερινή κλινική πράξη είναι δύσκολο διότι η διαδικασία να παρθεί καταγραφή με έναν τέτοιο προσωπικό τόξο είναι περιπλοκή και απαιτεί χρόνο από τον κλινικό ιατρό. Για αυτό τον λόγο, οι πιο πολλοί γιατροί καταφεύγουν σε μια πιο εύκολη μέθοδο καταγραφής, η χρήση ενός απλού προσωπικού τόξου δηλαδή.

Πολλοί ερευνητές τεκμηριωμένα έχουν πει ότι η χρήση ενός τέτοιου προσωπικού τόξου δεν έχει απαραίτητη απόκλιση και σπουδαίες κλινικές συνέπειες. Επίσης εάν χρησιμοποιηθούν αρθρωτήρες μέσης τιμής και δεν γίνει χρήση προσωπικού τόξου για τον προσδιορισμό του εγκάρσιου γίγγλυμου άξονα, πολλοί θεωρούσαν ότι η θεωρία του bowill θα βοηθούσε, όμως άλλοι τόσοι συγγραφείς και ίσως ακόμα περισσότεροι προσπαθούν να τον διαψεύσουν και δίνουν ως λύση την καταγραφή της κεντρικής σχέσης με ένα καταγραφικό υλικό ελάχιστου πάχους. Επιπλέον, ένα σφάλμα που γίνεται κατά την ανάρτηση των εκμαγείων στον αρθρωτήρα είναι ότι η καμπυλότητα της κονδυλικής τροχιάς δεν μπορεί να αποτυπωθεί ακριβώς. Αυτό γίνεται γιατί στον αρθρωτήρα αυτή η καμπυλότητα μεταφράζεται ως μια ευθεία. Όπως αναφέρει και η λέξη όμως είναι καμπύλη, και κλινικά δεν μπορεί να μεταφερθεί από τον ασθενή. Ερευνητές έχουν δείξει ότι όσο πιο μεγάλη είναι η κλίση αυτής της τροχιάς ή αλλιώς του τόξου του SPEE τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η συνέπεια και το μέγεθος του λάθους. Παράλληλα, κατά την καταγραφή μπορεί να υπάρχει κάποια ολίσθηση στην κεντρική σχέση, ενώ τα εκμαγεία να αναρτηθούν στην μέγιστη συγγόμφωση όπου και η τελευταία είναι μια θέση στην οποία τα δόντια συχνά βρίσκονται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνονται λάθη διότι όταν ελευθερωθεί είτε το άνω σκέλος του εκμαγείου στους non arcon αρθρωτήρες είτε το κάτω σκέλος στους arcon τότε θα διαπιστωθεί ότι υπάρχει μια διάφορα. Για να εκλείψουν αυτές οι διάφορες είναι καλύτερο η σύγκλειση του εκάστοτε ασθενή να αναλυθεί πριν τα εκμαγεία φτάσουν στο σημείο της ανάρτησης του αρθρωτήρα και κατά δεύτερον πρέπει να εξετασθούν οι κεντρικές επαφές των οπίσθιων δοντιών στα εκμαγεία τα οποία έχουν αναρτηθεί. Εφόσον υπάρχουν κεντρικές επαφές στα αναρτημένα εκμαγεία είναι σίγουρο ότι υπάρχουν και στο στόμα του ασθενή.

Τέλος, από λάθη που μπορούν να έχουν γίνει στα εργαλεία τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί είναι άξιο να τονισθεί ότι η κίνηση Bennett σε έναν αρθρωτήρα προσδιορίζεται μονοδιάστατα. Αυτό έχει ως συνέπεια, την πρόκληση σφαλμάτων στην μορφολογία των δοντιών αλλά και τον σχηματισμό προώρων επαφών εξίσου στα οπίσθια και πρόσθια δόντια όταν αυτά οδηγούν την κάτω γνάθο στις διάφορες κίνησης της. Αυτά όλα τα δεδομένα δεν έχουν καμία συνέπεια όταν ο ασθενής είναι ενόδοντες. Σε δεύτερη φάση μπορεί όπως προ ειπώθηκε να γίνουν και σφάλματα κατά την διάρκεια χρήσης κάποιων υλικών για παράδειγμα κατά τις καταγραφές. Για την όσο πιο σωστή ανάρτηση των εκμαγείων στο αρθρωτήρα ο κλινικός γιατρός πρέπει να λαμβάνει 5 καταγραφές σε κεντρική σχέση. Αυτές οι 5 καταγραφές είναι αναγκαίες διότι ο ασθενής όταν αναρτήσει τα εκμαγεία με την πρώτη καταγραφή, θα αφαιρέσει την αρχική

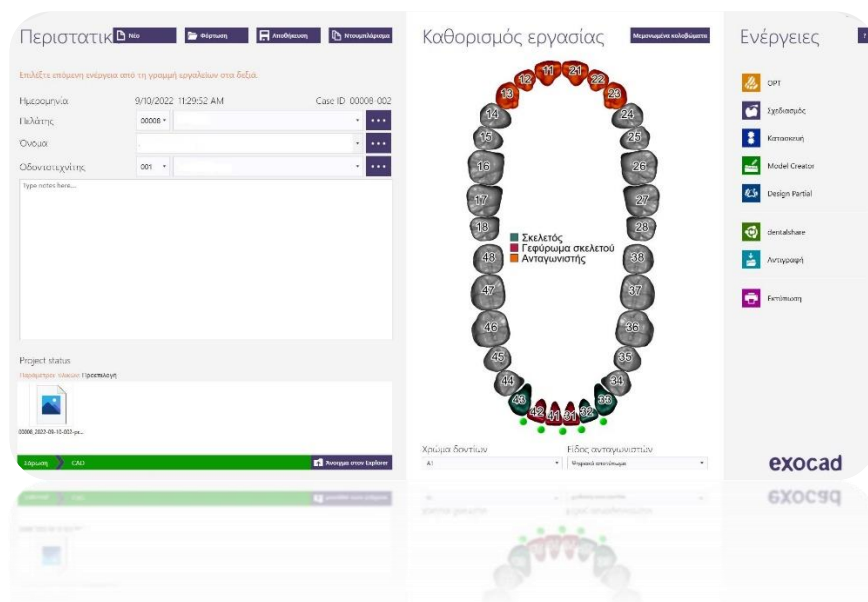
καταγραφή θα βάλει την δεύτερη καταγραφή και θα προσπαθήσει να ενώσει το αποσπώμενο εκμαγείο που διαθέτει σχήματα V περιφερικά με την γύψο ανάρτησης. Εάν ο αρθρωτήρας κλείσει αβίαστα και σωστά σε αυτή την θέση το αποτέλεσμα είναι σωστό. Ίδια διαδικασία ακολουθείται και με τις υπόλοιπες καταγραφές. Εάν υπάρχει συμφωνία σε τουλάχιστον τρεις από τις καταγραφές σημαίνει ότι τα εκμαγεία έχουν αναρτηθεί σωστά. Μην ξεχνάμε αυτό γίνεται με την προϋπόθεση όπως έχει ειπωθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο η κεντρική σχέση είναι μια επαναλήψιμη σχέση γνάθων που μπορεί να επαναληφθεί παραπάνω από μια φορές. Σε τελικό στάδιο, σφάλματα μπορεί να οφείλονται και σε ένα πρόβλημα κατά την καθοδήγηση της κάτω γνάθου σε κεντρική θέση. Αυτό μπορεί να συμβεί και στις έκκεντρες. Συνήθως τα σφάλματα που γίνονται στην καθοδήγηση οφείλονται είτε σε κάποια δυσλειτουργία της κροταφογναθικής διάρθρωσης είτε στον νευρομυϊκό μηχανισμό αλλά μπορεί και να συνυπάρχουν. Μια λύση στο παραπάνω, είναι να προηγείται κλινικός έλεγχος ώστε τα προβλήματα αυτά να εντοπιστούν νωρίς και να βρεθεί το κατάλληλο σχέδιο θεραπείας για την αντιμετώπιση τους.<sup>21</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΓΝΑΘΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ

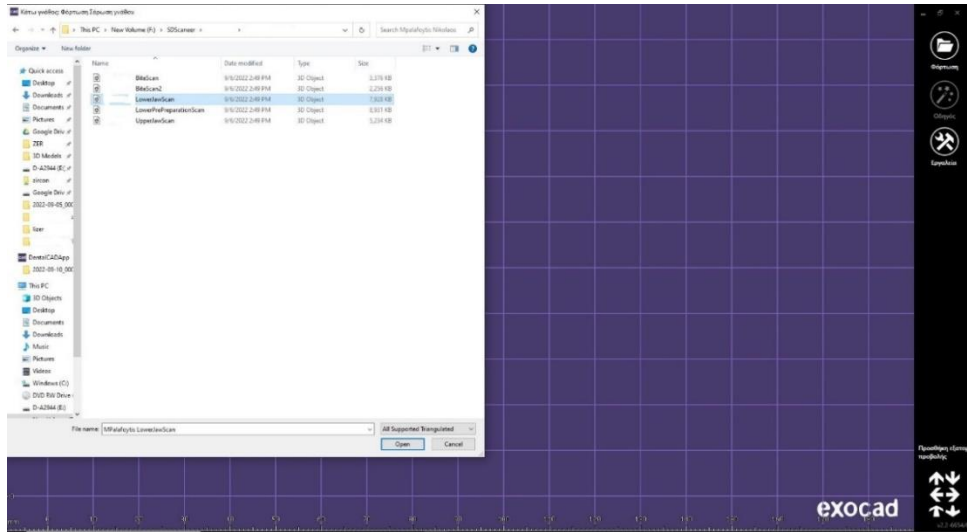
### 6.1. ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΚΜΑΓΕΙΩΝ ΣΕ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΑΡΘΡΩΤΗΡΑ

#### 6.1.1 Αυτόματη τυπική εικονική ανάρτηση

Για να γίνει η ψηφιακή ανάρτηση εκμαγείων προηγείται το στάδιο της σάρωσης ή το στάδιο της ψηφιοποίησης των δοντιών που πρόκειται να γίνει η αποκατάσταση. Η σάρωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δυο τρόπους. Ένα ψηφιακό εκμαγείο μπορεί να είναι απόρροια μιας άμεσης ψηφιοποίησης. Η άμεση ψηφιοποίηση συμβαίνει κατευθείαν στο στόμα του ασθενή μέσω ενός ενδοστοματικού σαρωτή. Παράλληλα, ψηφιακό εκμαγείο μπορεί να προκύψει με έμμεση ψηφιοποίηση. Η έμμεση ψηφιοποίηση πραγματοποιείται εκτός στόματος ασθενή και πραγματοποιείται αφού έχει παρθεί τελικό αποτύπωμα από τον γιατρό. Στην σάρωση των εκμαγείων ο σαρωτής μέσω μιας ψηφιακής μηχανής εξοπλισμένη με συσκευή σύζευξης φόρτισης (CCD) καταγράφει την αντανάκλαση της κατακόρυφης δέσμης λέιζερ που προβάλλεται στην επιφάνεια του προς σάρωση αντικειμένου. Τα δεδομένα που παράγονται αποθηκεύονται ως τιμές φωτεινότητας. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το λογισμικό του σαρωτή και να προβληθούν στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή για περαιτέρω χειρισμό (ΕΙΚ.31-32). Για την ανάρτηση των ψηφιοποιημένων εκμαγείων σε εικονικό αρθρωτήρα γίνεται ορισμός κάποιων παραμέτρων κίνησης. Αυτοί οι παράμετροι μπορεί να είναι: η μέγιστη απόσταση του κονδύλου στις πλαγιολισθήσεις, γωνία Bennett, μέγιστη γωνία ανοίγματος στόματος (ΕΙΚ.33). Αφού οριστούν αυτές οι παράμετροι, ενεργοποιείται η αναζήτηση σύγκλισης για την εύρεση των περιορισμών στην κίνηση με συνέπεια αυτού η άνω και η κάτω γνάθος να ολισθαίνουν η μια πάνω στην άλλη (ΕΙΚ.34-35). Για την εύρεση συγκρούσεων κατά την διάρκεια αυτής της κίνησης ένας αλγόριθμος ο οποίος βασίζεται σε ακτίνες χρησιμοποιείται.<sup>43</sup>



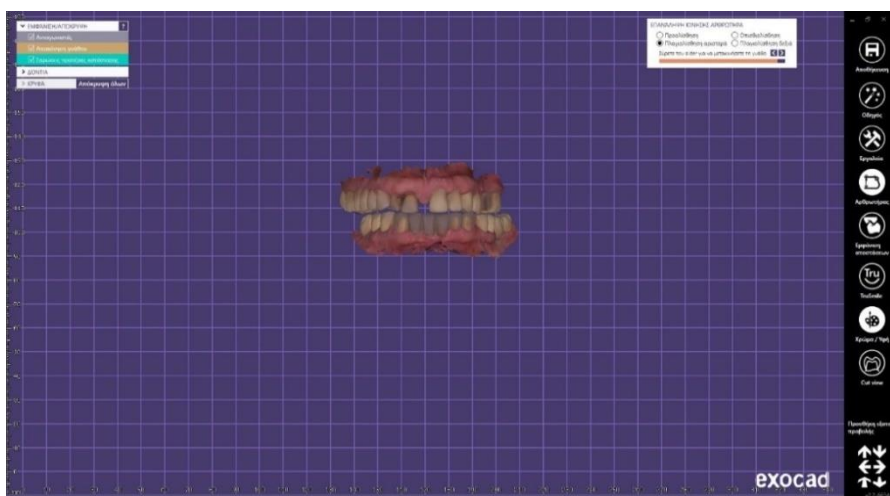
Εικόνα 31: Καθορισμός εργασίας και δήλωση στοιχείων περιστατικού στο πρόγραμμα <sup>44</sup>



Εικόνα 32: Τοποθέτηση δεδομένων από την ψηφιακή αποτύπωση στο πρόγραμμα <sup>44</sup>

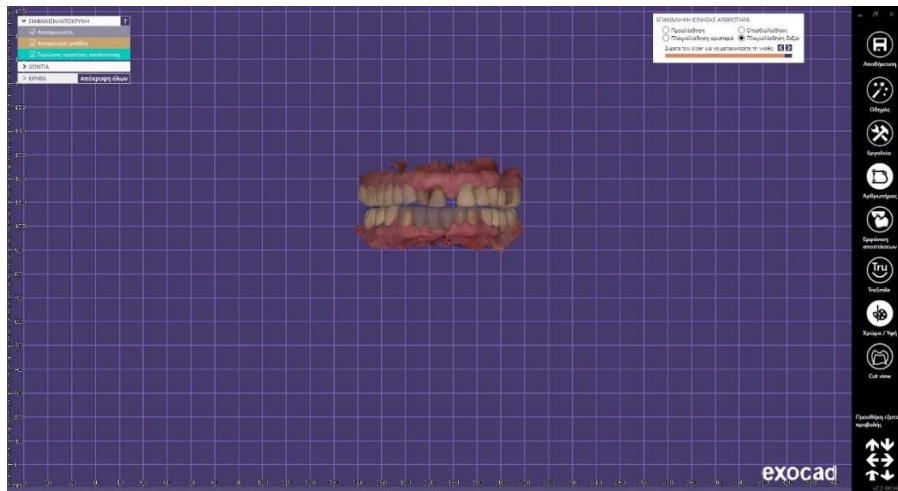


Εικόνα 33: Τοποθέτηση σε λογισμικό ψηφιακού αρθρωτήρα <sup>44</sup>



Εικόνα 34: Εκτέλεση πλαγιολίσθησης αριστερά <sup>44</sup>



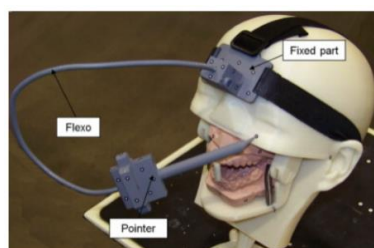


Εικόνα 35: Εκτέλεση πλαγιολίσθησης δεξιά <sup>44</sup>

### 6.1.2 Ανάρτηση ψηφιακών εκμαγείων σε εικονικό αρθρωτήρα με χρήση ψηφιακού προσωπικού τόξου

Στην περίπτωση που υπάρχει το εργαλείο ανάλυσης κίνησης της γνάθου το οποίο έχει σημεία αναφοράς στερεωμένα στην κάτω γνάθου του ασθενούς, τα δεδομένα της ειδικής κίνησης του ασθενή καταγράφονται και αναπαράγονται με διαφορετικό τρόπο. Αυτό το σύστημα βασίζεται στην μέτρηση της ταχύτητας των υπερηχητικών παλμών που εκπέμπονται από τρεις πομπούς συνδεδεμένους σε έναν αισθητήρα που προσαρτάται στην περιοχή των χειλιών κάτω γνάθου και τέσσερις δέκτες συνδεδεμένους στο προοιμιακό τόξο απέναντι τους για την ανίχνευση όλων των κινήσεων της γνάθου. στην συνέχεια ευρίσκεται η θέση της άνω γνάθου στο χώρο και με την βοήθεια του ψηφιακού δαγκώματος και με σημείο αναφοράς την θέση της άνω γνάθου εντοπίζεται η θέση της κάτω γνάθου στον χώρο. Αυτά τα δεδομένα παρέχουν την δυνατότητα κινηματικής ανάλυσης στον αρθρωτήρα στις τρεις διαστάσεις του χώρου.<sup>43</sup>

Ένα ψηφιακό προσωπικό τόξο αποτελείται από τρία μέρη. Μια σταθερή βάση ή μέρος, ένα εύκαμπτο μέρος και έναν δείκτη. Για να προκύψει το ψηφιακό κρανιακό σύστημα συντεταγμένων ενός ασθενή απαιτείται τόσο εξωστοματική όσο και ενδοστοματική σάρωση έξι σημείων αναφοράς και εξειδικευμένα λογισμικά προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή (ΕΙΚ.36).<sup>49</sup>



Εικόνα 36: Ψηφιακό προσωπικό τόξο.<sup>49</sup>

Η διαδικασία μεταφοράς των ψηφιοποιημένων εκμαγείων με την βοήθεια ψηφιακού προσωπικού τόξου στον εικονικό αρθρωτήρα ξεκινάει με τον εντοπισμό τριών σημείων στο κρανίο του εκάστοτε ασθενή. Τα σημεία αυτά σαρώνονται έπειτα καθορίζεται το μασητικό επίπεδο και με την σειρά του σαρώνεται αυτό. Τα δεδομένα που συλλέχτηκαν

αναπαρίστανται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην συνέχεια τα σημεία αναφοράς του μασητικού επιπέδου προσαρτώνται/ επισυνάπτονται στο ψηφιακό εκμαγείο. Με αυτόν τον τρόπο το άνω εκμαγείο μεταφέρεται στο κρανιογναθικό σύστημα συντεταγμένων. Ακολουθεί η ανάρτηση του άνω εκμαγείου στον εικονικό αρθρωτήρα και τέλος η ανάρτηση και του κάτω εκμαγείου (ΕΙΚ.37).<sup>49</sup>



Εικόνα 37: Τοποθέτηση ψηφιακών μοντέλων με ψηφιακό προσωπικό τόξο.<sup>49</sup>

### 6.1.3 Τρόπος Χρήσης των Εικονικών αρθρωτήρων στη σχεδίαση και κατασκευή προσθετικής εργασίας με CAD/CAM

Στις μέρες μας για τον σχεδιασμό μιας προσθετικής αποκατάστασης δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση η εμπειρία όπως συνήθιζε να συμβαίνει παλαιότερα. Χάρη στην έλευση των συστημάτων CAD/CAM στο χώρο του οδοντοτεχνικού εργαστηρίου η σχεδίαση και κατασκευή εργασιών έγινε προσιτή σε περισσότερους χρήστες. Τα συστήματα CAD/CAM προσφέρουν την ψηφιακή σχεδίαση αποκαταστάσεων στον τομέα της οδοντικής τεχνολογίας με αρωγό έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η ψηφιακή ροή εργασίας ξεκινάει με την σάρωση, έπειτα η εφαρμογή λογισμικού σχεδίασης CAD και τέλος η μηχανική επεξεργασία μέσω ενός λογισμικού CAM. Αυτή η τεχνολογία CAD/CAM συστημάτων δεν έχει ωφελήσει μόνο ως προς την εύκολη προσβασιμότητα από τον χρήστη αλλά έχει προσφέρει καλύτερη διαχείριση χρόνου στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον του οδοντοτεχνικού εργαστηρίου, αντοχή υλικών και καλύτερη πρόβλεψη των συντελεστών του σχεδιασμού.

Τα συστήματα αυτά όμως υστερούν στην αναπαραγωγή της κίνησης της κάτω γνάθου. το προηγούμενο σημαίνει ότι η πρόσθεση που θα σχεδιαστεί με συστήματα CAD/CAM είναι απαραίτητο να ρυθμιστεί ενδοστοματικά για τον εκάστοτε ασθενή. Αν τα συστήματα CAD/CAM εφαρμοστούν σε συνεργασία με εικονικό αρθρωτήρα τότε μπορεί να επιτευχθεί πιστά η αναπαραγωγή της μασητικής επιφάνειας. Οι εικονικοί αρθρωτήρες είναι ικανοί να παρέχουν στα συστήματα CAD/CAM την κίνηση της κάτω γνάθου, αναλύοντας την σύγκλιση και προστατεύοντας την κάτω γνάθο από παρεμβολές. Τέλος ο εικονικός αρθρωτήρας σε συνδυασμό με CAD/CAM συστήματα προσφέρει μεγάλη ευλυγισία στο σχέδιο θεραπείας με εμφυτεύματα, διότι παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια και συντομεύει την διάρκεια θεραπείας εμφυτευμάτων.<sup>12,43</sup>

## 6.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΩΝ - ΕΞΕΛΙΞΗ

Ο εικονικός αρθρωτήρας είναι ένα εργαλείο χρήσιμο το οποίο διευκολύνει τον οδοντικό τεχνολόγο και τον οδοντίατρο αφού παρέχει την καλύτερη ποιότητα επικοινωνίας

μεταξύ τους. ο εικονικός αρθρωτήρας λειτουργεί ως ένας τρισδιάστατος πλοηγός, ικανός να προσομοιώσει τα πραγματικά δεδομένα του εκάστοτε ασθενή, να αναλύσει τόσο στατικές όσο και δυναμικές συγκλίσεις καθώς και γναθικές αλλά και αρθρικές καταστάσεις. Ο εικονικός αρθρωτήρας σε συνδυασμό με τα συστήματα CAD/CAM μπορεί να σχεδιάσει την μασητική επιφάνεια προσθετικών αποκαταστάσεων. Παράλληλα, προσφέρει λεπτομερή τρισδιάστατη απεικόνιση του σημείου ενδιαφέροντος αλλά και υπάρχει δυνατότητα αλλαγής ή εισαγωγής νέας ρύθμισης αναλόγως με τον ασθενή. Περιορισμός για τους εικονικούς αρθρωτήρες αποτελεί το μεγάλο τους κόστος καθώς απαιτούν σαρωτές, ψηφιακούς αισθητήρες. Παράλληλα, απαιτούνται γνώσεις σχετικά με την τεχνολογία CAD/CAM, τους μηχανικούς αρθρωτήρες και την μοντελοποίηση εικονικών.<sup>43,45</sup>

## **ΕΞΕΛΙΞΗ**

Συστήματα γνωστά ως συστήματα εικονικής πραγματικότητας ή απτικά που σημαίνει επαφή είναι διαθέσιμα στις μέρες μας. Τα απτικά συστήματα αναφέρονται στον χειρισμό μέσω της αίσθησης της αφής. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αισθανθεί, αγγίζοντας την εικονική πραγματικότητα. Αυτή η αίσθηση μπορεί να προστεθεί στα ήδη υπάρχοντα συστήματα που διαθέτουν εικόνα και ήχο. Η απτική τεχνολογία μαζί με την οπτική απεικόνιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση ατόμων για εργασίες που απαιτούν συντονισμό χεριού και ματιού όπως ο χειρουργός οδοντίατρος.

Η τρισδιάστατη απτική τεχνολογία εισήγαγε οδοντιατρικούς προσομοιωτές για την πιο γρήγορη διδασκαλία προ κλινικών φοιτητών οδοντιατρικής.<sup>43</sup>

Μια πρόσφατη εξέλιξη στον εικονικό αρθρωτήρα είναι η ανάπτυξη του τρισδιάστατου εικονικού συστήματος άρθρωσης Zerbis, Company D-Isny που απαιτεί τρεις κύριες συσκευές μονάδας. Πιο συγκεκριμένα, μια συσκευή εισόδου σε μορφή σαρωτή 3D, 3D λογισμικό εικονικού αρθρωτήρα για μοντελοποίηση προσθετικών εργασιών και μια συσκευή εξόδου με τη μορφή ταχείας πρωτοτυποποίησης. Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι ότι εκτός από την ανάλυση των κινήσεων της κάτω γνάθου, αναλύεται η δυναμική και η συχνότητα επαφών σε σχέση με τον χρόνο κατά την διάρκεια του μασητικού κύκλου.<sup>4</sup>

Η Sensable Dental Technologies έχει αναπτύξει την νεότερη έκδοση του συστήματος ψηφιακής αποκατάστασης Intelifit που προσφέρει στα οδοντοτεχνικά εργαστήρια μεγαλύτερη ευελιξία στον ψηφιακό σχεδιασμό και κατασκευή. Η Virtual Touch - επαφή της Intelifit και ο ενσωματωμένος αρθρωτήρας επιτρέπουν στους οδοντικούς τεχνολόγους να αισθάνονται πραγματικά πως είναι τα δόντια συμπεριλαμβανομένης της νέας αποκατάστασης. Ο εικονικός αρθρωτήρας με δυνατότητα επαφής επιτρέπει στους τεχνικούς να παράγουν μια αποκατάσταση και να την δοκιμάσουν σε σύγκλιση για να δουν και αισθανθούν ότι πραγματικά ταιριάζει.<sup>45</sup>

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με το Glossary of Prosthodontics Terms, μηχανικός αρθρωτήρας είναι το όργανο το οποίο προσομοιάζει τις γνάθους και τις κροταφογναθικές διαρθρώσεις και πάνω στο οποίο μπορούν να προσαρτηθούν τα γύψινα εκμαγεία του άνω και κάτω οδοντικού τόξου με σκοπό την αναπαραγωγή μέρους ή όλης την κινησιολογίας της κάτω γνάθου.<sup>50</sup>

Οι ημιπροσαρμοζόμενοι μηχανικοί αρθρωτήρες που γίνεται χρήση τους έως και σήμερα, δεν είναι ικανοί να αναπαράγουν πιστά τις κινήσεις της κάτω γνάθου, πόσο μάλλον να αναλύσουν αυτές τις κινήσεις ως προς τον χρόνο κατά τη διάρκεια του μασητικού κύκλου. Για να εξαλειφθούν τα προβλήματα αυτά στον οδοντοτεχνικό χώρο έκαναν την εμφάνισή τους οι εικονικοί αρθρωτήρες, οι οποίοι είναι υποκατάστατα των μηχανικών. Ο εικονικός αρθρωτήρας αποτελεί ένα λογισμικό το οποίο έχει την δυνατότητα ανάλυσης στατικών και δυναμικών συγκλεισιακών σχέσεων. Επιπλέον διαθέτει την ικανότητα πιστής παραγωγής διαφόρων χαρακτηριστικών του στοματογναθικού συστήματος. Πιο αναλυτικά, ο εικονικός αρθρωτήρας διαθέτει την ικανότητα προσομοίωσης με ακρίβεια των πραγματικών κινήσεων που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του μασητικού κύκλου και οι οποίες επηρεάζονται από τους μυς των μαλακών ιστών και τις κροταφογναθικές διαρθρώσεις.<sup>50</sup>

Αν η μοναδική απαίτηση που αναζητά ένας οδοντικός τεχνολόγος και οδοντίατρος από έναν αρθρωτήρα είναι η αναπαραγωγή κινήσεων ανάσπασης-κατάσπασης τότε η απόφαση διαλογής αρθρωτήρα αποτελεί εύκολη υπόθεση. Ωστόσο, στην πραγματικότητα η κάτω γνάθος δεν εκτελεί μόνο κινήσεις ανάσπασης και κατάσπασης, αλλά εκτελεί πολυσύνθετες πολύπλοκες κινήσεις στα τρία επίπεδα του χώρου. Μια προσθετική αποκατάσταση είναι απαραίτητο κατά τη διάρκεια κινήσεων της κάτω γνάθου να μην τις παρεμποδίζει. Για την κατασκευή μιας τέτοιου είδους πρόσθεσης θα πρέπει να επιλεγεί ο αρθρωτήρας που θα πληροί τις προηγούμενες προϋποθέσεις.<sup>50</sup>

Ο εικονικός αρθρωτήρας έχει προσφέρει οπτική κινηματική ανάλυση στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Έχει τη δυνατότητα να παράγει τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν να κατασκευαστεί μια προσθετική εργασία με την οποία δεν θα παραβιάζονται οι αβίαστες κινήσεις της κάτω γνάθου. Ακόμη όμως κι αν γίνει αντιληπτή τυχόν παρεμβολή, το λογισμικό του εικονικού αρθρωτήρα δίνει τη δυνατότητα τροποποίησης της επιφάνειας που παρεμβαίνει στην ομαλή σύγκλειση.<sup>50</sup>

Σε μία μελέτη που συγκρίθηκε ένας μηχανικός αρθρωτήρας (Kavo, Lentkirch, Germany) με έναν εικονικό αρθρωτήρα DENT-CAM, βρέθηκε ότι κατά τη διάρκεια πλαγιολισθήσεων οι συγκλεισιακές επαφές που ανιχνεύθηκαν σε οκτώ ασθενείς ήταν ταυτόσημες στον εικονικό αρθρωτήρα και στον μηχανικό αρθρωτήρα (90 επαφές μηχανικός αρθρωτήρας, 92 εικονικός αρθρωτήρας). Για την εκτίμηση της εγκυρότητας της μελέτης, οι κινήσεις στους οκτώ ασθενείς καταγράφηκαν δύο φορές από τρεις διαφορετικούς χειριστές. Η εγκυρότητα των δεδομένων εξακριβώθηκε στην απεικόνιση, στην ποσότητα και στις περιοχές που εντοπίστηκαν οι δυναμικές επαφές.<sup>50</sup>

Σε μία μελέτη του ο Proschel και οι συνεργάτες του μελέτησαν 57 ασυμπτωματικούς ασθενείς με στόχο την εντόπιση αναντιστοιχίας στις συγκλεισιακές επαφές οι οποίες μεταβιβάζονται με τους μηχανικούς αρθρωτήρες. Η εκτίμηση και αποτίμηση των διαφορών που συνέβησαν με τους εικονικούς αρθρωτήρες εντόπισαν ότι αποδίδεται σφάλμα της τάξεως 200μm στο 16% των ασθενών στον δεύτερο γομφίο και 300μm σφάλμα στο 6% των ασθενών. Τα σφάλματα που εντοπίστηκαν σε αυτή τη μελέτη βρίσκονται μέσα στα κλινικά αποδεκτά όρια. Η ακρίβεια στην αντιγραφή του μέγιστου αριθμού συγκλεισιακών επαφών με τους εικονικούς αρθρωτήρες πιστοποιείται κι από άλλες μελέτες.<sup>51</sup>

Σε μελέτη του ο Solaberrieta και οι συνεργάτες του σύγκριναν την πιστότητα της εικονικής ανάρτησης του εκμαγείου της άνω γνάθου σε εικονικό αρθρωτήρα με την ανάρτηση του εκμαγείου άνω γνάθου με την συμβατική μέθοδο χρησιμοποιώντας κινηματικό τόξο για την ανάρτηση του άνω εκμαγείου σε μηχανικό πλήρως προσαρμοζόμενο αρθρωτήρα. Το αποτέλεσμα της μελέτης έδειξε εκτροπή μεταξύ των δυο μεθόδων της τάξεως των 0,68 χιλιοστών για το οριζόντιο και 0,65 χιλιοστά για το μασητικό επίπεδο.<sup>52</sup>

Συγκρίσεις ανάμεσα στον εικονικό αρθρωτήρα και τον μηχανικό αρθρωτήρα έχουν γίνει και στον τομέα της ορθογναθικής χειρουργικής. Πιο συγκεκριμένα η σύγκριση ανάμεσα τους συνέβη για την κατασκευή χειρουργικών ναρθήκων σε μια ιδεώδη θέση της άνω γνάθου. Οι Song και Baek σε μια μελέτη τους σύγκριναν την ακρίβεια του χειρουργικού μοντέλου και των ναρθήκων σε 25 ασθενείς. Οι ασθενείς πρωτίτερα είχαν εμπειρία ορθογναθικής θεραπείας και ήταν σχεδιασμένο να υποβληθούν για Le Fort I οστεοτομία της άνω γνάθου και οβελιαία της κάτω γνάθου. Η μελέτη εξήγαγε το συμπέρασμα ότι η εικονική προσέγγιση ήταν πιο ακριβής από την συμβατική.<sup>53</sup>

Παράλληλα, σε παρόμοια μελέτη ο Chanau και οι συνεργάτες του κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι εικονικοί αρθρωτήρες έχουν την δυνατότητα αναπαραγωγής με πλήρη πιστότητα του χειρουργικού συμβατικού σχεδιασμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μη έμπειροι χειρουργοί να επωφελούνται, αφού διευκολύνεται για αυτούς η χειρουργική επέμβαση.<sup>54</sup>

Τροχοπέδη στην πιο ευρεία χρήση των εικονικών αρθρωτήρων αποτελεί το κόστος τους, αφού αυτοί συνοδεύονται και από αλλά τεχνικά εξαρτήματα. Τέτοια τεχνικά εξαρτήματα είναι οι ψηφιακοί σαρωτές, ψηφιακοί αισθητήρες, διάφορων τύπων λογισμικά εικονικών αρθρωτήρων. Επιπρόσθετος περιοριστικός παράγοντας είναι ότι η χρήση του εικονικού αρθρωτήρα προϋποθέτει γνώσεις και εξειδίκευση του χειριστή στην εφαρμογή των συστημάτων CAD/CAM έτσι ώστε να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.<sup>43</sup>

Εκτός από την μετάβαση του μηχανικού σε ψηφιακό αρθρωτήρα, ένα άλλο στοιχείο το οποίο από αναλογικό μετατράπηκε σε ψηφιακή μορφή είναι η αποτύπωση. Σε μελέτη τους ο Grunheid και οι συνεργάτες του ανέφεραν ότι τα ψηφιακά μοντέλα που έχουν προέλθει από αποτύπωση με ενδοστοματικό σαρωτή ήταν ακριβείας υψηλής, παρεμφερή με εκείνα που είναι απόρροια των αλγινικών αποτυπωμάτων.<sup>55</sup>

Σε άλλη μελέτη ο Kuhr και οι συνεργάτες του βρήκαν ότι η συμβατική αποτύπωση υπερτερεί σε ακρίβεια έναντι της αποτύπωσης με 3M και το TRIOS ενδοστοματικό σαρωτή. Την χαμηλότερη ακρίβεια εμφάνισε ο ενδοστοματικός σαρωτής OMNI. Αυτό το εύρημα ταιριάζει με τα αποτελέσματα in vitro του Patzelt και των συνεργατών του. Τα παραπάνω όμως αποτελέσματα έρχονται σε αντιπαράθεση με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την in vitro μελέτη του Ender και των συνεργατών του. Πιο συγκεκριμένα, οι τελευταίοι ανέφεραν ότι το OMNI παρουσίασε την υψηλότερη ακρίβεια από όλους τους ενδοστοματικούς σαρωτές.<sup>55</sup>

Σε άλλη έρευνα το 3M και το TRIOS είχαν μεγαλύτερη ακρίβεια από το OMNI. Τα συμβατικά αποτυπώματα από την άλλη επικαλύπτουν και τους δυο παραπάνω ενδοστοματικούς σαρωτές που υπερτερούν έναντι του OMNI. Παρόλα αυτά, οι αποκλίσεις είναι αντίστοιχου μεγέθους για οδοντικά τόξα έως δέκα δοντιών.<sup>55</sup>

Σε μελέτη τους ο Flugge και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι η ενδοστοματική σάρωση με το iTero είναι λιγότερο ακριβής από την σάρωση οδοντικών μοντέλων με το iTero. Αυτό το αποτέλεσμα υποδηλώνει ότι οι οδοντικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια σάρωσης. Επιπλέον, στην μελέτη τους ανέφεραν ότι η σάρωση του άνω οδοντικού τόξου είναι λιγότερο ακριβής από την σάρωση του κάτω οδοντικού τόξου.<sup>55</sup>

Μια αποτύπωση συμβατική για την εκτέλεση της, ο χρόνος που απαιτεί είναι σαφώς μικρότερος από τον χρόνο παραγωγής ψηφιακών μοντέλων με ενδοστοματικό σαρωτή. Παρόλα αυτά, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αν προστεθεί ο εμπλεκόμενος εργαστηριακός χρόνος για την επεξεργασία των συμβατικών αποτυπωμάτων, η διαφορά μπορεί να είναι υπέρ της ενδοστοματικής σάρωσης. Πολλά αλγινικά αποτυπώματα μπορούν να ληφθούν ταυτόχρονα από το προσωπικό ενός οδοντιατρείου σε αντίθεση με την σάρωση ενδοστοματικού σαρωτή, που έπειτα από την σάρωση πρέπει να απολυμάνει για την επόμενη χρήση. Παράλληλα, το κόστος είναι επίσης μια σημαντική μεταβλητή.<sup>56</sup>

Ο χρόνος που απαιτείται για μια ενδοστοματική σάρωση και η ποιότητα των ενδοστοματικών σαρωτών βελτιώνεται συνεχώς. Οι ενδοστοματικοί σαρωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντικατάσταση των συμβατικών κατά την αποκατάσταση έως και δέκα δοντιών χωρίς μεγάλη έκταση νωδότητας.<sup>56</sup>

Τέλος, το ελάχιστο μέγεθος δείγματος είναι ένα θέμα επίμαχο, ενώ μια μελέτη ανέφερε ένα μέγεθος δείγματος 30 για να αποκτήσει ισχύ 95% μια άλλη μελέτη εξέτασε μόνο 1 συμμετέχοντα.<sup>55</sup>

Όπως διαπιστώνεται και παραπάνω η αποτύπωση με συμβατικά υλικά υψηλής ακριβείας, υδροκολλοειδές, πολυαιθέρας, πολυβινύλιο ή πολυσουλφίδιο προσφέρουν μια γνωστή διαδικασία με ορισμένα μειονεκτήματα. Ωστόσο, τα συμβατικά υλικά υψηλής ακριβείας διαθέτουν ελλιπή σταθερότητα διαστάσεων. Επιπλέον, στην μεταφορά τους από το οδοντιατρείο στο περιβάλλον του οδοντικού εργαστήριου υπάρχει περίπτωση να επηρεαστούν από τις κλιματολογικές συνθήκες. Γενικά, η μακρά αλυσίδα διαδικασιών μπορεί να επηρεάσει την σταθερότητα των διαστάσεων των

συμβατικών αποτυπωμάτων. Παράλληλα, η ενόχληση για τον ασθενή, η εφίδρωση, η φίμωση, ο πόνος και η άβολη γεύση είναι ένα ζήτημα που σχετίζεται με την συμβατική αποτύπωση.<sup>42</sup>

Παρά το γεγονός ότι τα συμβατικά αποτυπώματα είναι μια διαδικασία πολλαπλών βημάτων για την τελική αποκατάσταση, γεμάτη με πιθανά λάθη, εξακολουθούν να είναι η πιο χρησιμοποιούμενη τεχνική. Οι ενδοστοματικοί σαρωτές αποτελούν ροή εργασίας με λιγότερα βήματα επιτρέποντας την πρόληψη αλλά και τον έλεγχο των περιοχών που σαρώνονται.<sup>57</sup>

Ξεκινώντας από την δεκαετία του 1980 η ψηφιοποίηση της αποτύπωσης ο σχεδιασμός και κατασκευή με βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAD/CAM) εισήχθη στον χώρο της οδοντικής τεχνολογίας. Σήμερα υπάρχουν δυο διαθέσιμες μέθοδοι για την χρήση ψηφιακής ροής εργασίας. Η πρώτη μέθοδος, η συμβατική, γίνεται με σάρωση των εκμαγείων μετά την λήψη των αποτυπωμάτων. Η δεύτερη, η άμεση μέθοδος πραγματοποιείται με σάρωση της στοματικής κοιλότητας με χρήση ενδοστοματικού σαρωτή.<sup>58</sup>

Η εργαστηριακή ψηφιοποίηση, η πρώτη μέθοδος δηλαδή, ξεκινά με μια συμβατική αποτύπωση στην οποία χύνεται γύψος και το εκμαγείο που προκύπτει ψηφιοποιείται. Ορισμένα συστήματα προσφέρουν τη δυνατότητα απευθείας σάρωσης του αποτυπώματος χωρίς να προηγηθεί η κατασκευή γύψινου εκμαγείου. Ωστόσο, και στις δυο περιπτώσεις το αρχικό βήμα είναι μια αναλογική εντύπωση.<sup>42</sup>

Η άμεση εργαστηριακή σάρωση της συμβατικής αποτύπωσης, η οποία είναι ένα βήμα μπροστά στη συμβατική ροή εργασίας θα μπορούσε να είναι μια προσέγγιση εξάλειψης των σφαλμάτων και επομένως βελτίωση των αποκαταστάσεων.<sup>59</sup>

Η οριακή εφαρμογή μιας αποκατάστασης είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία και την μακροζωία αυτής. Οι McLean και Fraunhofer έχουν διατυπώσει ότι το οριακό κενό δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 120μm. Οι συμβατικές αποτυπώσεις όπως πιστοποιεί η βιβλιογραφία μπορούν να πετύχουν ακρίβεια. Πρόσφατες έρευνες αποδεικνύουν υψηλότερη ακρίβεια προσαρμογής in vivo με μια πλήρως ψηφιακή ροή εργασίας χρησιμοποιώντας ενδοστοματικούς σαρωτές, όπως Lava COS, iTero, Cerec, Cara Trios. Τα παραπάνω συστήματα όμως διαθέτουν ένα σημαντικό μειονέκτημα, το οποίο είναι ότι δεν μπορούν να καταγράψουν περιοχές που δεν είναι οπτικά πλήρως προσβάσιμες. Ωστόσο, αυτό ισχύει και για τις συμβατικές αποτυπώσεις. Επίσης οι συμβατικές αποτυπώσεις πρέπει να λαμβάνονται χωρίς υγρασία για επιτυχή αποτύπωση. Μέχρι στιγμής η έμμεση ψηφιοποίηση έχει δείξει συγκρίσιμα με την άμεση μόνο in vitro. Απαιτούνται και in vivo έρευνες για να διαπιστωθεί περαιτέρω. Ανάμεσα σε μια άμεση σάρωση με ενδοστοματικό σαρωτή και μια έμμεση σάρωση αποτυπωμάτων υπάρχει διαφορά. Το μέσο οριακό σφάλμα ήταν 86,09 για Cerec AC Omnicam, 88,95 για Cara Trios και 143,29 για σάρωση αποτυπώσεων.<sup>59</sup>

Το 2016, οι Matta και συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι η σάρωση του αποτυπώματος απευθείας μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα από την σάρωση του γύψινου εκμαγείου που έχει προκύψει από αυτό σε εργαστηριακή διάταξη με εμφυτεύματα

χρησιμοποιώντας εργαστηριακή σάρωση χωρίς επαφή. Ο Comardella και οι συνεργάτες του σε μελέτη τους έδειξαν ότι σαρώσεις αποτυπωμάτων πλήρους τόξου με πολυβινύλιο σε συνδυασμό με τη συσκευή σάρωσης 3Shape R700 δείχνουν υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία. Το παραπάνω είναι μια λογική προσέγγιση για προσθέσεις έως ένα τεταρτημόριο.<sup>57</sup>

Σε μια άλλη μελέτη έγινε προσέγγιση για την άμεση μέθοδο σάρωσης με τρεις διαφορετικούς ενδοστοματικούς σαρωτές: iTero (Align Technology, Άμστερνταμ, Ολλανδία), Trios (3Shape, Κοπεγχάγη, Δανία), Cerec Omnicam (Sirona, Σάλτσμπουργκ, Αυστρία). Στην περίπτωση ψηφιοποίησης ενός προετοιμασμένου δοντιού, έρευνες αποδεικνύουν ότι οι ενδοστοματικοί σαρωτές παράγουν πιο ακριβή εικόνα εκμαγείου από την αποτύπωση με πολυβινύλιο ή την έμμεση ψηφιοποίηση. Αυτό ίσως να δικαιολογείται από το γεγονός ότι και οι ενδοστοματικοί σαρωτές αρχικά είχαν σχεδιαστεί για να ψηφιοποιημένα αποτυπώματα ενός μόνο δοντιού. Σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί για την περίπτωση ψηφιοποίησης ολόκληρου τόξου, άλλες έδειξαν σημαντική διαφορά ή έδειξαν ότι η έμμεση ψηφιοποίηση ήταν πιο ακριβής. Στην περίπτωση με εύρος πλήρους τόξου, οι περισσότερες *in vitro* μελέτες υποστηρίζουν ότι οι ενδοστοματικοί σαρωτές δεν πετυχαίνουν ανώτερη ακρίβεια από τις συμβατικές μεθόδους. Μια μελέτη έδειξε ότι η σάρωση μπορεί να είναι κλινικά αποδεκτή για εύρος λιγότερο από το μισό τόξο. Τα εικονικά μοντέλα που λαμβάνονται με ενδοστοματικούς σαρωτές τεχνικά θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές εντυπώσεις. Απαιτούνται παραπάνω έρευνες για να διαπιστωθεί και *in vivo* η ακρίβεια αυτών. Εξετάζοντας *in vivo* την ακρίβεια της έμμεσης μεθόδου μπορεί να επηρεαστεί το εύρος από το υλικό αποτύπωσης, το υλικό του δισκαρίου, το υλικό χύτευσης ακόμα και από την διαδικασία χύτευσης και έπειτα της σάρωσης. Όσο αναφορά την *in vivo* ακρίβεια των ενδοστοματικών σαρωτών μπορεί να επηρεαστεί από το πρωτόκολλο σάρωσης, το σάλιο, την κίνηση του ασθενή, τον μαλακό ιστό, τον αριθμό των πρόσθετων σαρώσεων. Οι ενδοστοματικοί σαρωτές έχουν ένα σημαντικό μειονέκτημα, μπορούν να συλλάβουν μόνο τις ορατές περιοχές. Οι υποουλικές γραμμές τελειώματος, το σάλιο, το αίμα, η κίνηση του ασθενή και η έλλειψη χώρου επηρεάζουν αρνητικά την ακρίβεια της άμεσης ψηφιοποίησης.<sup>58</sup>

Σε μια άλλη μελέτη η άμεση απόκτηση δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το Lava Chairside Oral Scanner COS (3M ESPE, Seefeld, Γερμανία) ενώ η έμμεση σύλληψη δεδομένων με τον εργαστηριακό σαρωτή Lava Scan ST (3M ESPE, Seefeld, Γερμανία). Η μεγαλύτερη ανακρίβεια του συμβατικού τρόπου μπορεί να εξηγηθεί από τις πολυάριθμες πιθανές πηγές σφάλματος και την μακρά αλυσίδα διεργασίας. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης *in vitro* έδειξαν μια πρώτη υπόδειξη ότι η άμεση καταγραφή δεδομένων μπορεί να προσφέρει συγκρίσιμα αποτελέσματα με τις συμβατικές τεχνικές. Περαιτέρω *in vivo* μελέτες πρέπει να δείξουν ότι αυτό ισχύει στην κλινική εφαρμογή.<sup>42</sup>

Μόνο μερικές κλινικές μελέτες έχουν δημοσιευτεί μέχρι στιγμής σχετικά με την πλήρους ροή ψηφιακής εργασίας, ξεκινώντας με ενδοστοματική σάρωση για αποκαταστάσεις που υποστηρίζονται από εμφυτεύματα. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες ανέφεραν καλά αποτελέσματα με μεμονωμένα εμφυτεύματα ενώ λίγες έχουν επικεντρωθεί στην



αποκατάσταση πολλαπλών. Φαίνεται ότι οι ενδοστοματικοί σαρωτές δυσκολεύονται να συλλάβουν in vivo ακριβείς εντυπώσεις για τον σχεδιασμό και την κατασκευή αποκαταστάσεων μεγάλου εύρους. Μια μελέτη συνέκρινε πέντε διαφορετικούς ενδοστοματικούς σαρωτές με στόχο να αξιολογήσει την αλήθεια και την ακρίβεια στις αποτυπώσεις μεμονωμένων και πολλαπλών εμφυτευμάτων και να τα συγκρίνει. Σε όλους τους ενδοστοματικούς σαρωτές, το σφάλμα αυξήθηκε με το πέρασμα από την σάρωση μεμονωμένου σε σάρωση δυο εμφυτευμάτων. Οι αποκλίσεις αυξήθηκαν στις αποκαταστάσεις πλήρους τόξου όπου όλοι οι ενδοστοματικοί σαρωτές παρουσίασαν σφάλματα άνω των 30μm. Η μελέτη αυτή όμως είχε όρια. Πρώτα από όλα είναι μια in vitro μελέτη. Οι διακυμάνσεις ανάμεσα σε in vitro και in vivo μελέτες μπορεί να είναι σημαντικές και εξαρτώνται όχι μόνο από την παρουσία σάλιου και αίματος αλλά κυρίως από την δυσκολία της τεχνικής της ενδοστοματικής λήψης, καθώς και στις κινήσεις του ασθενή και στην ιδιόμορφη οπτική συμπεριφορά των ιστών. Σε μια πρόσφατη μελέτη οι Albdour και συνεργάτες του προειδοποίησαν ότι η αλήθεια των ενδοστοματικών σαρωτών in vivo μπορεί να είναι μικρότερη από αυτή που εμφανίζεται in vitro σε γύψινα εκμαγεία. Επιπλέον, ένα άλλο όριο της παρούσας μελέτης θα μπορούσε να είναι η στρατηγική σάρωσης. Η μέθοδος σάρωσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το zigzag. Θα μπορούσε να είναι πιο κατάλληλη για ορισμένους ενδοστοματικούς σαρωτές αλλά να αδικούσε άλλους. Ωστόσο, ούτε στην ίδια την βιβλιογραφία ούτε οι εταιρίες παρέχουν λεπτομέρειες σχετικά με την ιδανική στρατηγική σάρωσης. Τέλος, μια νέα έκδοση είναι επαρκής για να βελτιώσει ή να επιδεινώσει σημαντικά την ακρίβεια ενός μηχανήματος. Καθώς οι εταιρίες συνεχίζουν να βελτιώνουν τα προϊόντα τους και να κυκλοφορούν νέο λογισμικό, είναι πιθανό η τρέχουσα μελέτη να μην αντικατοπτρίζει την ακρίβεια των πιο ενημερωμένων μηχανών που κυκλοφορούν αυτή τη στιγμή στην αγορά. Στην ιδανική περίπτωση, μια ολοκληρωμένη μελέτη θα πρέπει να περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερους ενδοστοματικούς σαρωτές που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά προκειμένου να κατανοηθεί η πραγματική μαθηματική αξιοπιστία και εάν μπορούν να διασφαλίσουν περαιτέρω τεχνολογική πρόοδο στην ψηφιακή οδοντιατρική.<sup>60,61,62</sup>

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι εικονικοί αρθρωτήρες είναι ένα εργαλείο λογισμικού το οποίο με συνεχείς του βελτιώσεις, προσπαθεί να διορθώσει λάθη των μηχανικών αρθρωτήρων για μια καλύτερης ποιότητας και ακρίβειας προσθετική εργασία.
- Το λογισμικό του εικονικού αρθρωτήρα από μόνο του δεν προσφέρει την παραγωγή προσθετικών αποκαταστάσεων. Με την βοήθεια των συστημάτων CAD/CAM είναι δυνατή η παραγωγή αυτών.
- Σε συγκρίσεις ανάμεσα στον εικονικό αρθρωτήρα και τον μηχανικό αρθρωτήρα φαίνεται να υπερτερεί ο εικονικός στην προσθετική. Ακόμα, στον τομέα της ορθογναθικής χειρουργικής τα αποτελέσματα ερευνών δείχνουν τον εικονικό αρθρωτήρα πιο ακριβή και αποτελεσματικό.
- Τέλος, το οικονομικό κόστος αποτελεί τροχοπέδη στην ευρεία χρήση του εικονικού αρθρωτήρα καθώς εκτός από το λογισμικό απαιτεί ψηφιακό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό για την χρήση του.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατασκευή μιας οδοντικής αποκατάστασης βασίζεται τόσο σε κλινικά όσο και εργαστηριακά στάδια. Για την επιτυχία όμως μιας τέτοιας αποκατάστασης, η οποία θα αναπληρώσει και θα αποκαταστήσει τον εκλιπόντα ιστό-δόντι, εναρμονισμένη πλήρως με το στοματογναθικό περιβάλλον απαιτείται η καταγραφή της σχέσης των δυο γνάθων αλλά και η καταγραφή των δοντιών του ενός οδοντικού τόξου με τους ανταγωνιστές του. Οι καταγραφές αυτές γίνονται από τον κλινικό ιατρό με ψηφιακά ή αναλογικά μέσα και έπειτα αποστέλλονται στο οδοντικό εργαστήριο. Είτε τα στοιχεία έχουν προέλθει από ψηφιακά είτε από αναλογικά μέσα πρέπει να γίνει η ανάρτηση αυτών σε αρθρωτήρα. Ο αρθρωτήρας είναι ένα όργανο το οποίο είναι ικανό να αναπαράγει την σχέση των γνάθων και τις κινήσεις της κάτω γνάθου. Κάτω από αυτό το πρίσμα ο οδοντικός τεχνολόγος έχει στην κατοχή του μια προσομοίωση της λειτουργίας του στοματογναθικού συστήματος του εκάστοτε ασθενή. Όπως και η αποτύπωση έτσι και οι αρθρωτήρες διατίθενται σε αναλογική και ψηφιακή μορφή. Οι μηχανικοί αρθρωτήρες υστερούν στην ακριβή αναπαράσταση των κινήσεων της κάτω γνάθου καθώς δεν είναι δυνατόν να παρέχουν χρονοεξαρτώμενες μυϊκές κινήσεις κατά την διάρκεια του μασητικού κύκλου. Παράλληλα, δημιουργούνται και πολλά λάθη λόγω της μακράς διαδικασίας τα οποία ελαττώνουν την ακρίβεια της τελικής αποκατάστασης. Τα όρια των μηχανικών αρθρωτήρων δημιούργησαν την ανάγκη για εύρεση νέων μεθόδων αναπαράστασης του στοματογναθικού συστήματος αλλά και καταγραφής. Αυτή η ανάγκη οδήγησε στην ανακάλυψη του εικονικού αρθρωτήρα, ο οποίος έχει την δυνατότητα λεπτομερέστερης καταγραφής των γνάθων και αναπαραγωγής των κινήσεων. Την αποτελεσματικότητα των εικονικών αρθρωτήρων έρχονται να συμπληρώσουν νέα τεχνολογικά μέσα καταγραφής τόσο ενδοστοματικά όσο και εξωστοματικά αλλά και τα σύγχρονα συστήματα CAD-CAM. Ωστόσο ακόμα και τα πιο εξελιγμένα ψηφιακά μέσα αποτύπωσης και αναπαραγωγής του στοματογναθικού συστήματος χρήζουν βελτίωσης.

## SUMMARY

The fabrication of a dental restoration is based on both clinical and laboratory stages. However, for the success of such a restoration, which will replace and restore the missing tooth-tissue, fully harmonized with the oral-maxillary environment, it is necessary to record the relationship of the two jaws, but also to record the teeth of one dental arch with its antagonists. These recordings are made by the clinician using digital or analog means and then sent to the dental laboratory. Whether the data has come from digital or analog media, it must be mounted to an articulator. The articulator is an instrument capable of reproducing the relationship of the jaws and the movements of the lower jaw. Thus, the dental technologist has in his possession a simulation of the function of the oral and maxillofacial system of each patient. Articulators are available in analog and digital form as well. Mechanical articulators lag behind in the accurate representation of mandibular movements as it is not possible to provide time-dependent muscle movements during the masticatory cycle. In addition to, many errors are created due to the long process which reduce the accuracy of the final restoration. The limits of mechanical articulators created the need for researching new methods of representation of the oral-maxillary system as well as recording. This need led to the discovery of the virtual articulator, which has the ability to record the jaws in more detail and reproduce the movements. The effectiveness of virtual articulators is complemented by new technological means of recording, both intraoral and extraoral, as well as modern CAD-CAM systems. However, even the most sophisticated digital means of capturing and reproducing the oromandibular system need improvement.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γιαννικάκης Σ., Καρκαζής Η. Προσθετική επί Εμφυτευμάτων. Εργαστήριο. Οδοντιατρικές Εκδόσεις Μπονισέλ. Αθήνα 2007. Σελ: 1-3, 29-84, 112-133.
2. Καφούσιας Ν., Μπαλτζάκη Γ., Σταθόπουλος Απ. Οδοντιατρικά βιοϋλικά. Εκδόσεις Ακίδα. Αθήνα 1994. Σελ: 1-10, 215-229.
3. Προμπονάς Α, Βλησίδης Δ. ΟΔΟΝΤΟΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ IV. Ολικές οδοντοστοιχίες συμβατικές. Άμεσες-Επένθετες. Εργαστηριακή τεχνική κατασκευής τους. Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. Αθήνα 2001. Σελ: 3-36, 137-184, 198-203, 206-214.
4. Ανδριτσάκης Π.Δ. Ακίνητη Επανορθωτική Οδοντιατρική. Οδοντιατρικές Εκδόσεις Σπ. Ζαχαρόπουλος. Αθήνα 2008. Σελ: 37-53, 65-130, 115-121, 143-169, 307-320, 391-426, 527-543.
5. Αντωνόπουλος Ν.Α. Σύγχρονη Ακίνητη Προσθετική. Εκδόσεις Συμμετρία. Αθήνα 1993. Σελ: 1-106, 131-165.
6. Χατζηκυριάκος Ε.Α. Σύγκλιση και προσθετικές αποκαταστάσεις. Εκδόσεις University Studio Press. Θεσσαλονίκη 2000. Σελ: 13-51.
7. Δρούκας Χ.Β. Λειτουργία και δυσλειτουργία του στοματογναθικού συστήματος. 3η έκδοση. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου. Αθήνα 2008. Σελ: 1-7, 31-73.
8. Γιαννικάκης Σ. Φυσιολογία στοματογναθικού συστήματος και σύγκλιση στην οδοντοτεχνική. Αθήνα 2006. Σελ: 3-6, 27-33, 43-110.
9. Kaur, M. N., Pasriča, N., Sing, K., & Man, S. N. (2017). The evolution of articulators: Part I. *Stomatološki glasnik Srbije*, 64(3), 146-156.
10. Lepidi, L., Galli, M., Mastrangelo, F., Venezia, P., Joda, T., Wang, H. L., & Li, J. (2021). Virtual articulators and virtual mounting procedures: where do we stand? *Journal of Prosthodontics*, 30(1), 24-35.
11. Padmaja, B. I., Madan, B., Himabindu, G., & Manasa, C. (2015). Virtual articulators in dentistry: a review. *Int J Med Appl Sci*, 4(2), 109-14.
12. Τσόλκα Π, Γιαννικάκης Σ. Εικονικοί αρθρωτήρες. Η χρήση τους στην Προσθετική. *Στοματολογία* 2016, Τόμος 73, Τεύχος 3, 127-138.
13. Gade, J. R., Agrawal, M. J., Dandekar, S. G., Soni, M. N., Jaiswal, K. V., & Ingole, A. (2021). VIRTUAL ARTICULATORS: A PROMISING TECHNOLOGY OF THE FUTURE. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 32(3) ISSN 2651-4451 | e-ISSN 2651-446X.
14. Jairaj, A., Agroya, P., Tiwari, R. V., Alqahtani, N. M., Salkar, M., & Sagar, Y. P. (2021). Evolution of Articulators-Research and Review. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 10665-10681.
15. Γανοτόπουλος Γ. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΡΙΒΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΓΝΑΘΩΝ ΣΤΟΝ ΑΡΘΡΩΤΗΡΑ. Διδακτορική Διατριβή. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2007. <http://ikee.lib.auth.gr/record/72197/files/gri-2007-326.pdf>
16. Starcke, N. Edgar (2000). The history of ariculators: Early attempts to reproduce mandibular movements. *Journal of Prosthodontics*: 9(2), pp.110-112.
17. Starcke, N. Edgar (2000) , 'The history of articulators:Early attempts to reproduce mandibular movements. Part 3: Searching for a solution to a puzzle', *Journal of Prosthodontics*, 9(4), 217-222.
18. Rihani Awni (1980). 'Classification of articulators'. *J Prosthet Dent*. 43(3):344-7. doi: 10.1016/0022-3913(80)90414-x.

19. Beuer, F., Schweiger, J. & Edelhoff, D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 204, 505–511 (2008). <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>
20. Τσόλκα Π.: Φυσιολογία στοματογναθικού συστήματος – Συγκλεισιολογία. Open Courses. Ενότητα 2,4,6,8,11. Διαθέσιμο στον Ιστότοπο: <https://opencourses.gr/>
21. Γαρέφης Π.: Ακίνητη Προσθετική. Κλινική φυσιολογία του στοματογναθικού συστήματος. Πρώτος Τόμος. Θεσσαλονίκη 1986:Σελ: 13-20,158-164, 295-310, 388-393.
22. Γαλιατσάτος Α.: Οδοντική μορφολογία. Open courses. Ενότητα 1. Διαθέσιμο στον Ιστότοπο: <https://opencourses.gr/>
23. Γαλιατσάτος Α.: Βασικές αρχές οδοντικής αισθητικής- χρώμα και χαρακτηριστικά. Αποθετήριο Κάλλιπος. Διαθέσιμο στον Ιστότοπο: <https://repository.kallipos.gr/>
24. Hermann J.S., Monkmoeyer U.R. Αισθητική από την χώρα του χαμόγελου. Η ιαπωνική σχολή της τέλειας οδοντικής αποκατάστασης. Εκδοτικός οίκος Lattierre. Αθήνα 2003. Σελ: 9-35.
25. Gurel G. The science and art of porcelain laminate veneers. Quintessence Publishing Co. Ltd. Berlin 2003. Ελλην. μετ. Επιστήμη και Τέχνη των Όψεων Πορσελάνης. Επιστ. επιμ.-μεταφρ. Συκαράς Σ. Ν. Εκδόσεις Οδοντιατρικό Βήμα. Αθήνα 2010. Σελ: 59-109.
26. Δουβίτσας Π.Γ. Κλινική Αισθητική Οδοντιατρική. Οδοντική αισθητική αποκαταστάσεις. Ιατρικές Εκδόσεις Ζήτα. Αθήνα 2004. Σελ: 50-81, 116-146.
27. Βουγιουκλάκης Γ., Κακάμπουρα Α. Βασικές Αρχές Οδοντικής χειρουργικής. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. Αθήνα 2012. Σελ: 396-402.
28. Γαρέφης Π. Ακίνητη Προσθετική. Λειτουργία και αισθητική στις μεταλλοκεραμικές και ολοκεραμικές αποκαταστάσεις. Κλινικές διαδικασίες. Συνεργασία με το οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Εκδόσεις Οδοντιατρικό Βήμα. Αθήνα 2013. Σελ: 94-96, 203-247, 341-379.
29. Τσόλκα Π.: Αποκατάσταση Δυσλειτουργιών Σύγκλεισης. Open Courses. Ενότητα 1,2,5,6,. Διαθέσιμο στον Ιστότοπο: <https://opencourses.gr/>
30. Major M.Ash.: Wheeler’s Dental anatomy, physiology, and occlusion. 7η έκδοση. W.B Saunders Company. Philadelphia 1993: Σελ: 428-437.
31. Woelfel J.B., Scheid R.C.: Dental anatomy, its relevance to dentistry. 5η έκδοση, Williams and Wilkins. Baltimore 1997: Σελ: 331-334.
32. Δημητροπούλου Ε.: Η εργαστηριακή διαδικασία στην ακίνητη προσθετική. Αθήνα 2004: Σελ: 33-43.
33. Γιαννικάκης Σ. Εργαστήριο Ολικών Οδοντοστοιχιών. Αθήνα 2018, Σελ:132-136.
34. Wassell R, Naru A, Steele J, Nohl F, Σύγκλειση: ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΠΡΑΞΗ, ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΟ ΒΗΜΑ Μ.Ε.Π.Ε. Αθήνα 2010. Σελ:59-72.
35. Σταθόπουλος Απ.: οδοντιατρικά υλικά, Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου, Αθήνα 2012: Σελ: 114-138.
36. Αδάμ Α., Δρούκας Β.: Στοιχεία ακινήτου οδοντικής προσθετικής, Παρισιάνος, Αθήνα 1987. Σελ: 125-131.
37. Tingshu, S., & Jian, S. (2015). Intraoral digital impression technique: a review. *Journal of Prosthodontics*, 24(4), 313-321.
38. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, Farges JC, Fages M, Ducret M. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful

- Impression. *J Healthc Eng.* 2017;2017:8427595. doi: 10.1155/2017/8427595. Epub 2017 Sep 5. PMID: 29065652; PMCID: PMC5605789
39. Suese, K. (2020). Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J.* 2020 Jan 31;39(1):52-56. doi: 10.4012/dmj.2019-224. Epub 2019 Nov 14. PMID: 31723066.
  40. Aswani K, Wankhade S, Khalikar A, Deogade S. Accuracy of an intraoral digital impression: A review. *J Indian Prosthodont Soc.* 2020 Jan-Mar;20(1):27-37. doi: 10.4103/jips.jips\_327\_19. Epub 2020 Jan 27. PMID: 32089596; PMCID: PMC7008627.
  41. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J.* 2018 Jul 29;37(4):628-633. doi: 10.4012/dmj.2017-208. Epub 2018 Apr 17. PMID: 29669951.
  42. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig.* 2013 May;17(4):1201-8. doi: 10.1007/s00784-012-0795-0. Epub 2012 Jul 31. PMID: 22847854.
  43. Koralakunte, P. R., & Aljanakh, M. (2014). The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 8(7), ZE25.
  44. Ιδία φωτογράφιση στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο και κέντρο κοπής SDS (STANLEY DENTAL SOLUTION), Θερμοπυλών 19, Άγιος Δημήτριος Αττικής, 17343.
  45. Luthra, R. P., Gupta, R., Kumar, N., Mehta, S., & Sirohi, R. (2015). Virtual articulators in prosthetic dentistry: a review. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*; 3(4): 117-121.
  46. Jain, R., Jabbal, R., Bindra, S., & Aggarwal, S. (2016). T-Scan a digital pathway to occlusal perfection: a review. *IP Annals of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 1(1), 32-35.
  47. Nalini, M. S., & Sinha, M. (2018). Role of T-scan in Digital Occlusal Analysis - A Review. *IJRRD*, 1(2), 1-7.
  48. Kerstein R. *Handbook of Research on Clinical Applications of Computerized Occlusal Analysis in Dental Medicine.* IGI Global, 2020.
  49. Solaberrieta E. et al. "Novel methodology to transfer digitized casts onto a virtual dental articulator." *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 6.2 (2013): 149-155.
  50. Kordass B, Gartner C, Sohnel A, Bisler A, Voss G, Bockholt U et al. The visual articulator in dentistry. *Dent Clin North Am* 2002, 46:493-506.
  51. Proschel P, Maul T, Morneburg T. Predicted incidence of excursive occlusal errors in common modes of articulator adjustment. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 303-10.
  52. Solaberrieta E, Minguez R, Barrenextea L, Otegi J, Szentpetery A. Comparison of the accuracy of 3 dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent* 2015; 113:191-7.
  53. Song K, Back S. Comparison of the accuracy of the three dimensional virtual method and the conventional manual method for model surgery and intermediate wafer fabrication. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Radiol Endod* 2009, 107:13-21.

54. Chanai S, Marmulla R, Wiechnik J, Muhling J, Kotrikova B. Computer – assisted three dimensional surgical planning: 3D virtual articulator: technical note. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010, 39: 75-82.
55. Nedelcu, R., Olsson, P., Nyström, I., Rydén, J., & Thor, A. (2018). Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. *Journal of dentistry*, 69, 110-118.
56. Aragón, M. L., Pontes, L. F., Bichara, L. M., Flores-Mir, C., & Normando, D. (2016). Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *European journal of orthodontics*, 38(4), 429-434.
57. Runkel, C., Güth, J. F., Erdelt, K., & Keul, C. (2020). Digital impressions in dentistry—accuracy of impression digitalisation by desktop scanners. *Clinical oral investigations*, 24(3), 1249-1257.
58. Vecsei, B., Joós-Kovács, G., Borbély, J., & Hermann, P. (2017). Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems—an in vitro study. *Journal of prosthodontic research*, 61(2), 177-184.
59. Bosniac, P., Rehmann, P., & Wöstmann, B. (2019). Comparison of an indirect impression scanning system and two direct intraoral scanning systems in vivo. *Clinical oral investigations*, 23(5), 2421-2427.
60. Mangano, F. G., Hauschild, U., Veronesi, G., Imburgia, M., Mangano, C., & Admakin, O. (2019). Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*; 19(1), 1-14.
61. Ebeid, K., Salah, T., & Nossair, S. (2017). Accuracy and reliability of intraoral scanners: are they the better option?. *Current Oral Health Reports*, 4(3), 209-214.
62. Imburgia, M., Logozzo, S., Hauschild, U., Veronesi, G., Mangano, C., & Mangano, F. G. (2017). Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*; 17(1), 1-13.



