



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

1.1 Γενικά -Ιστορική ανασκόπηση

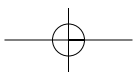
Η **αισθητική των δοντιών** πάντα προβληματίζε τους λαούς. Εκτιμούσαν πολύ τα ωραία δόντια και τα απεικόνιζαν στις καλές τέχνες. Μάλιστα, στην ποίηση πολλές φορές αναφέρεται ότι ένα στόμα με ωραία δόντια είναι κατ'άλληλο περισσότερο να μιλάει, να τραγουδάει, να γελάει παρά να δέχεται τροφή. Χαρακτηριστικά, ο J.J. Rousseau διαπιστώνει ότι «*δεν υπάρχει δύσμορφος γυνή με ωραίους οδόντας*».

Μία ομάδα υλικών που μπορούν να αποδώσουν με μεγάλη ακρίβεια την αισθητική των δοντιών είναι τα κεραμικά. **Κεραμική** είναι η τέχνη της κατασκευής καλλιτεχνικών έργων και γενικά αντικειμένων με πρώτη ύλη τον άργιλο ή συνθετικές σκόνες από πυριάντοχα ορυκτά χρώματα. Η πρώτη ύλη ανακατεύεται με νερό και δίνει μια εύπλαστη μάζα στην οποία δίνουμε ό,τι σχήμα θέλουμε. Στη συνέχεια την ψήνουμε και τη μετατρέπουμε σε σκληρή ύλη.

Από τα κεραμικά υλικά το πιο γνωστό αλλά και αυτό που αποδίδει καλύτερα την αισθητική των δοντιών είναι η πορσελάνη. **Η εφαρμογή της πορσελάνης** ως αισθητικού υλικού στην οδοντιατρική ήταν το αποτέλεσμα της εφαρμογής της εξελιγμένης κεραμικής που αναπτύχθηκε στην Ελλάδα, την Αίγυπτο και τις χώρες της Ανατολής (εικ. 1.1).

Η πρώτη απόπειρα χρήσης της πορσελάνης στην οδοντιατρική έγινε από τον οδοντογιάτρο de Chement και το φαρμακοποιό Duchateau κατά την εποχή του Fauchard. Οι παραπάνω κατασκεύασαν μια κεραμική ολική οδοντοστοιχία. Αργότερα, στην Αμερική χρυσοχόοι ασχολήθηκαν για πρώτη φορά με την παραγωγή δοντιών και οδοντοστοιχιών από πορσελάνη.

Ο οδοντίατρος Land στο Ντιτρόιτ των Η.Π.Α. κατασκεύασε για πρώτη φορά στεφάνη ολοκεραμική που ψηνόταν σε μήτρα από φύλλο πλατίνας, την οποία ονόμασε «Jacket crown» (1888).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ



Εικ. 1.1: Πορσελάνη και Τέχνη.

Στη συνέχεια, το 1950 χρησιμοποιήθηκε πορσελάνη σε μεταλλικό σκελετό χρυσοκραμάτων για κατασκευή στεφανών. Οι στεφάνες αυτές ονομάστηκαν ολικές χυτές στεφάνες με επικάλυψη από πορσελάνη.

Σήμερα οι μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις είναι οι πιο δημοφιλείς λύσεις στην Ακίνητη Προσθετική.

Η οδοντιατρική πορσελάνη παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από την κοινή πορσελάνη.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗΣ – ΚΟΙΝΗΣ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗΣ

Συστατικό	Οδοντιατρική πορσελάνη	Κοινή πορσελάνη
Καολίνης	0- 3%	40-60%
Χαλαζίας	10-30%	10-30%
Άστριος	70-80%	15-35%

Η οδοντιατρική πορσελάνη αποτελείται από σκόνη, η οποία, όταν αναμιχθεί με νερό ή ειδικό υγρό, σχηματίζει έναν πολτό ο οποίος, με τη βοήθεια ειδικών εργαλείων και πινέλων, επιστρώνεται πάνω σε μεταλλικό σκελετό, φύλλο πλατίνας ή πυρίμαχο κολόβωμα, με στόχο τη διαμόρφωση του τεχνητού δοντιού. Τα



ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

μόρια του πολτού της πορσελάνης συγκρατούνται μεταξύ τους από την επιφανειακή τάση του υγρού και έτσι διατηρείται το σχήμα. **Η συμπίκνωση του υλικού είναι απαραίτητη πριν από το ψήσιμο.**

Σκοπός της συμπίκνωσης είναι το πλησίασμα των κόκκων του υλικού και η κάλυψη των κενών που υπάρχουν μεταξύ τους. **Το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων** της σκόνης είναι καθοριστικά για το βαθμό συμπίκνωσης που μπορούμε να πετύχουμε. Το ευνοϊκότερο σχήμα είναι το σφαιρικό με σφαιρίδια (κόκκους) διαφορετικού μεγέθους, ώστε τα μικρότερα να εισχωρούν στα κενά που αφήνουν τα μεγαλύτερα.

Οι σύγχρονες σκόνες για οδοντιατρικές πορσελάνες αποτελούνται από κόκκους μεγέθους από 2-75 μm . Οι σκόνες αυτές μετά από συμπίκνωση εμφανίζουν γραμμική συρρίκνωση 11-15% και συρρίκνωση κατά όγκο 30-38%.

Το νερό στο στάδιο της όπτησης εξατμίζεται και το κενό καλύπτεται από τους κόκκους της πορσελάνης. Αυτό αποτελεί και τον κύριο λόγο της συρρίκνωσης, που εμφανίζει η πορσελάνη κατά την όπτησή της.

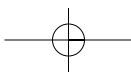
Η όπτηση της πορσελάνης γίνεται σε τρία στάδια. Η θερμοκρασία και το κάθε στάδιο εξαρτώνται από τον τύπο της πορσελάνης και τη θερμοκρασία τήξης της.

Στο αρχικό στάδιο (στάδιο χαλαρού πλακούντα) αρχίζουν να λιώνουν οι οξείες γωνίες και οι αιχμές των κόκκων του μίγματος, οι οποίοι στρογγυλοποιούνται όλο και περισσότερο και ενώνονται με τους γειτονικούς, με αποτέλεσμα τη συγκόλληση των μεμονωμένων συστατικών. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία, τόσο η σύνδεση γίνεται ισχυρότερη. Το ίδιο γίνεται με τα έγχρωμα συστατικά της κεραμικής μάζας, τα οποία διαχέονται κατά την υγρή φάση της πορσελάνης, προσδίδοντας έτσι το ανάλογο χρώμα.

Στο δεύτερο στάδιο (στάδιο μέτριου πλακούντα) όσο η θερμοκρασία ανεβαίνει, το λιωμένο συστατικό ρέει μεταξύ των κόκκων της πορσελάνης, εξασφαλίζοντας την πλήρη συνοχή. Η συρρίκνωση στο στάδιο αυτό είναι εμφανής, αλλά η επιφάνεια της πορσελάνης είναι ανώμαλη και έχει πόρους.

Στο τρίτο στάδιο (στάδιο πυκνού πλακούντα) η θερμοκρασία ανεβαίνει πολύ, ολοκληρώνεται η συρρίκνωση της πορσελάνης και η επιφάνειά της γίνεται ομαλή παρά την ύπαρξη μικρών πόρων.

Στο τελικό στάδιο (στάδιο υαλοποίησης) γίνεται η υαλοποίηση, για να αποκτήσει η πορσελάνη στιλπνότητα ή λείες επιφάνειες, ώστε να μην προσκολλώνται τροφές πάνω στις ανώμαλες επιφάνειές της. Η υαλοποίηση της επιφάνειας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

της πορσελάνης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: **α)** με προσθήκη εφυσalώματος, δηλαδή εύτηκτων γυαλιών που είναι «συντονισμένα» με τις κεραμικές μάζες ως προς ορισμένες ιδιότητες. Ανάμεσα σ' αυτές ιδιαίτερη σημασία έχει ο συντελεστής θερμικής διαστολής για να διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα το ευνοϊκό αποτέλεσμα. **β)** με υαλοποίηση της ίδιας της κεραμικής μάζας σε ανάλογη θερμοκρασία, η οποία ονομάζεται θερμοκρασία υαλοποίησης.

Η οδοντιατρική πορσελάνη παράγεται με τη βιομηχανική επεξεργασία των φυσικών ορυκτών του πυριτίου και της αργίλου. Τα κυριότερα από αυτά τα ορυκτά είναι οι άστριοι, ο χαλαζίας, ο καολίνης, η άργιλος (αλουμίνα), αρτύματα κρiάσεως και χρωστικές ουσίες.

Ο καολίνης, ενώ αποτελεί το κύριο συστατικό των κοινών πορσελανών, στις οδοντιατρικές πορσελάνες σήμερα δε χρησιμοποιείται.

Ο χαλαζίας απαντά στη φύση με πολυάριθμες παραλλαγές και αποτελεί το σκελετό της πορσελάνης. Σε αυτό το σκελετό εγκαθίστανται, αφού λιώσουν, τα άλλα συστατικά. Χημικά ο χαλαζίας είναι κρυσταλλική μορφή του SiO_2 .

Για οδοντιατρική χρήση απαιτείται χαλαζίας μεγάλου βαθμού καθαρότητας, επειδή οι προσμείξεις διαφόρων μεταλλικών οξειδίων επηρεάζουν σημαντικά το χρώμα του τελικού προϊόντος.

Ο χαλαζίας προστίθεται στην οδοντιατρική πορσελάνη, γιατί την κάνει ανθεκτικότερη, ενώ λόγω του υψηλού σημείου τήξης του δεν επηρεάζεται από τις θερμοκρασίες επεξεργασίας της οδοντιατρικής πορσελάνης, με αποτέλεσμα να διατηρείται το σχήμα των κατασκευών κατά τα στάδια της όπτησης.

Ο χριστοβαλίτης, ο οποίος αποτελεί άλλη μορφή του χαλαζία, στην ίδια θερμοκρασία παρουσιάζει μεγαλύτερη διαστολή από το χαλαζία και χρησιμοποιείται στις οδοντιατρικές πορσελάνες ως ρυθμιστής της θερμικής διαστολής. **Γενικά, όλες οι μορφές του χαλαζία είναι δυνατό να μεταβάλουν τις φυσικές ιδιότητες της πορσελάνης. Όσο μικρότερο είναι το ποσοστό του χαλαζία, τόσο πιο διαφανής είναι η πορσελάνη.**

Ο άστριος είναι το κύριο συστατικό των οδοντιατρικών κεραμικών μαζών σε σχέση με τις πορσελάνες. Χημικά ο άστριος είναι ένυδρο διπλό άλας του πυριτικού αργιλίου και στη φύση βρίσκεται με τη μορφή διαφόρων ενώσεων με κάλιο, νάτριο ή ασβέστιο.

Στην οδοντιατρική πορσελάνη χρησιμοποιείται το άλας καλίου (**Λευκίτης**) ή το άλας νατρίου (**Αλβίτης**). Ο **Λευκίτης** είναι εκείνος που έχει τη μεγαλύτερη



ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

σημασία. Κατά τη διάρκεια του ψησίματος της πορσελάνης ο άστριος πυρακτώνεται μαζί με τα άλλα συστατικά της. Έτσι διασπάται χημικά (πυροχημική αντίδραση) και παράγεται μια υαλώδης φάση και μια κρυσταλλική. Η υαλώδης φάση είναι άστριος ο οποίος δεν έχει διασπαστεί και παραμένει πυρακτωμένος· η κρυσταλλική φάση είναι ο άστριος που έχει διασπαστεί (λευκίτης). Η παραγωγή της υαλώδους φάσης έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υαλώδους περιβλήματος, το οποίο συγκρατεί κατά την ψύξη του υλικού όλα τα άλλα συστατικά, βοηθώντας έτσι στη διατήρηση του σχήματος των δοντιών και στην αντοχή της πορσελάνης. **Η υαλώδης φάση είναι αυτή που προσδίδει στις οδοντιατρικές πορσελάνες τη διαφάνεια.**

Ο άστριος ρυθμίζει σε μεγάλο βαθμό και το συντελεστή θερμικής διαστολής της πορσελάνης. Ο άστριος που περιέχεται στην πορσελάνη είναι εύηκτο συστατικό και, επειδή κατά την πυράκτωσή του πραγματοποιείται η υαλώδης φάση, χρησιμοποιείται και ως υλικό εφυσάλωσης.

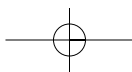
Στον λιωμένο άστριο μπορούν να διαλυθούν μεγάλες ποσότητες χαλαζία, δημιουργώντας έτσι τη βάση για τις οδοντιατρικές κεραμικές μάζες.

Η αλουμίνα (Al_2O_3 , άργιλος) είναι συστατικό της οδοντιατρικής πορσελάνης, έχει κρυσταλλική δομή και είναι το σκληρότερο και ανθεκτικότερο γνωστό οξείδιο του αργιλίου. Προέρχεται από το βωξίτη.

Κατά την όπτηση το υλικό αυτό γίνεται αδιαφανές και χρησιμοποιείται για να καλύψει το μεταλλικό υπόστρωμα, πάνω στο οποίο ψήνεται η πορσελάνη, αλλά και για να δώσει αδιαφάνεια στο ίδιο το υλικό.

Η οδοντιατρική αλουμίνα έχει πολύ καλές ιδιότητες: εμφανίζει μεγάλη αντοχή στην αποτριβή και την προσβολή χημικών ουσιών, ενώ παράλληλα είναι ανθεκτική και δε λιώνει σε θερμοκρασίες μέχρι $1500^{\circ}C$. Η υψηλή θερμοκρασία τήξης της βοηθά στο να διατηρείται σταθερό το υπόστρωμα, πάνω στο οποίο ψήνεται η πορσελάνη. Στη σκόνη της πορσελάνης προστίθενται μικρές ποσότητες αλουμίνας, για να γίνει το τελικό προϊόν ανθεκτικότερο.

Αρτύματα κρής ή μεσόχωρα είναι ουσίες, οι οποίες προστίθενται στην οδοντιατρική πορσελάνη και αλλάζουν αισθητά τόσο το συντελεστή θερμικής διαστολής όσο και τη θερμοκρασία τήξης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως το οξείδιο του λιθίου και το πυριτικό κάλιο, ο ανυδρίτης του βόρακα, το οξείδιο του μαγνησίου, το πεντοξείδιο του φωσφόρου κ.λ.π. Οι ουσίες αυτές δεν ελαττώνουν την ανθεκτικότητα και τη διαλυτότητα της πορσελάνης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Πλεονεκτήματα της οδοντιατρικής πορσελάνης

1. Έχει μεγάλη βιοσυμβατότητα.
2. Έχει τη δυνατότητα να αποδίδει με μεγάλη ακρίβεια την απόχρωση των φυσικών δοντιών.
3. Είναι δυσθερμαγωγό υλικό, και έτσι λειτουργεί ως μονωτικό και προστατεύει το δόντι από τα θερμικά ερεθίσματα.
4. Το χρώμα της πορσελάνης παραμένει σταθερό στην πάροδο του χρόνου.
5. Έχει μεγάλη σκληρότητα.
6. Έχει μεγάλη αντοχή στη σύνθλιψη.

Μειονεκτήματα της οδοντιατρικής πορσελάνης

1. Εμφανίζει μικρή αντοχή στην κάμψη και τον εφελκυσμό.
2. Η συρρίκνωσή της κατά την όπτηση είναι μεγάλη.
3. Η μεγάλη σκληρότητά της μπορεί να προκαλέσει αποτριβή στους ανταγωνιστές, ειδικά όταν δεν προσεχθούν οι μασητικές επαφές.

1.2 Ορολογία των κεραμικών οδοντικών προσθετικών αποκαταστάσεων

Οι κεραμικές οδοντικές προσθετικές αποκατάστασης μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

A. ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

B. ΟΛΟΚΕΡΑΜΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

A. Μεταλλοκεραμική αποκατάσταση είναι μια ακίνητη αποκατάσταση, που αποτελείται από ένα μεταλλικό σκελετό πάνω στον οποίο γίνεται επικάλυψη πορσελάνης (εικ. 1.2).



Εικ. 1.2: Μεταλλοκεραμική αποκατάσταση.

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Β. Ολοκεραμική αποκατάσταση είναι μια ακίνητη αποκατάσταση, που αποτελείται εξ ολοκλήρου από κεραμικά υλικά, δηλαδή στην περίπτωση των ολοκεραμικών και ο σκελετός αποτελείται από κεραμικό υλικό. Έχουμε στεφάνες, γέφυρες, ένθετα και επένθετα (εικ. 1.3).



Εικ. 1.3: Ολοκληρωτική αποκατάσταση.

1.3 Μέρη της μεταλλοκεραμικής εργασίας

1.3.1 Μεταλλικός σκελετός

Αποτελεί το σημαντικότερο μέρος μιας ακίνητης μεταλλοκεραμικής προσθετικής εργασίας, αφού **πάνω του γίνεται η δόμηση και όπτηση της πορσελάνης** (εικ. 1.4).



Εικ. 1.4: Μεταλλικός σκελετός.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Μια σωστή κατασκευή μεταλλικού σκελετού πρέπει να εκπληρώνει τις εξής προϋποθέσεις:

1. να εφαρμόζουν σωστά τα συγκρατήματα στα στηρίγματα,
2. να υπάρχει επαρκής στήριξη και πρόσφυση της πορσελάνης και
3. να γίνεται ανθεκτική σύνδεση των γεφυρωμάτων.

Οι προϋποθέσεις αυτές εξασφαλίζονται με το λεπτομερή και προσεκτικό σχεδιασμό του μεταλλικού σκελετού και με την κατάλληλη προετοιμασία πριν από την όπτηση της πορσελάνης.

1.3.2 Στρώμα οξειδίων μετάλλου ή μεσόφαση:

Τα οξείδια δημιουργούνται στην επιφάνεια του μεταλλικού σκελετού κατά τη διάρκεια του κύκλου οξείδωσής του στο φούρνο πορσελάνης. Το στρώμα αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη δημιουργία του μεταλλοκεραμικού δεσμού.

1.3.3 Στρώμα αδιαφανούς πορσελάνης

Αδιαφανής πορσελάνη είναι μια μάζα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αλουμίνα και διάφορες άλλες αδιαφανείς ουσίες. Έτσι, καλύπτεται το σκούρο χρώμα του μεταλλικού σκελετού για καλύτερη αισθητική απόδοση.

1.3.4 Στρώμα πορσελάνης οδοντίνης ή σώμα

Τοποθετείται πάνω στην αδιαφάνεια, προσομοιάζει στη φυσική οδοντίνη και επηρεάζει το μέγεθος και το σχήμα του δοντιού.

1.3.5 Στρώμα πορσελάνης αδαμαντίνης

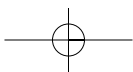
Υποκαθιστά τη φυσική αδαμαντίνη με τη χαρακτηριστική διαφάνεια που διαθέτει.

1.3.6 Επιφανειακές Χρωστικές (Stains)

Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μεταλλικά οξείδια και χρησιμοποιούνται στο στρώμα εφνάλωσης, για να προσδώσουν επιφανειακή μεταβολή του χρώματος της πορσελάνης. Επιτρέπουν μικρές διορθώσεις του τελικού χρώματος.

1.3.7 Πορσελάνη εφνάλωσης

Είναι το εξωτερικό στρώμα πορσελάνης, που είναι υπεύθυνο για τη σιλ-πνότητα της επιφάνειας της πορσελάνης.





1.4 Ταξινόμηση των οδοντιατρικών πορσελάνων

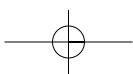
Οι οδοντιατρικές πορσελάνες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση ή τον τρόπο επεξεργασίας τους.

Ανάλογα με το σημείο τήξης έχουμε:

1. Πορσελάνες με υψηλό σημείο τήξης (1300°C)
2. Πορσελάνες με μέτριο σημείο τήξης ($1101\text{-}1300^{\circ}\text{C}$)
3. Πορσελάνες με χαμηλό σημείο τήξης ($850^{\circ}\text{-}1100^{\circ}\text{C}$)
4. Πορσελάνες με πολύ χαμηλό σημείο τήξης ($< 850^{\circ}\text{C}$)

Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζονται διακρίνονται σε:

1. Πορσελάνες για κατασκευή στεφανών Jacket.
2. Πορσελάνες για κατασκευή ενθέτων, επενθέτων και όψεων.
3. Διορθωτικές πορσελάνες.
4. Κεραμικά χρώματα.
5. Πορσελάνες για μεταλλοκεραμική.



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η πρώτη απόπειρα χρήσης της πορσελάνης στην οδοντιατρική έγινε στη Γαλλία, όπου κατασκευάστηκε μια κεραμική ολική οδοντοστοιχία. Η πρώτη ολοκεραμική στεφάνη «Jacket crown» κατασκευάστηκε πάνω σε μήτρα από φύλλο πλατίνας στο Ντιτρόιτ των Η.Π.Α.

Στατιστικά έχει αποδειχθεί ότι οι μεταλλοκεραμικές και οι ολοκεραμικές κατασκευές σήμερα είναι οι πιο δημοφιλείς λύσεις στην Ακίνητη Προσθετική.

Οι κεραμικές οδοντικές προσθετικές αποκαταστάσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: **α)** τις μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις και **β)** τις ολοκεραμικές αποκαταστάσεις.

Η οδοντιατρική πορσελάνη αποτελείται από σκόνη, η οποία όταν αναμιχθεί με νερό ή ειδικό υγρό, σχηματίζει έναν πολτό. Αυτός με τη βοήθεια ειδικών εργαλείων και πινέλων επιστρώνεται πάνω σε μεταλλικό σκελετό, φύλλο πλατίνας ή πυρίμαχο κολόβωμα, με στόχο τη διαμόρφωση του τεχνητού δοντιού.

Η όπτηση της πορσελάνης γίνεται σε τρία στάδια:

- Το αρχικό στάδιο (στάδιο χαλαρού πλακούντα).
- Το δεύτερο στάδιο (στάδιο μέτριου πλακούντα).
- Το τρίτο στάδιο (στάδιο πυκνού πλακούντα).
- Το τελικό στάδιο (στάδιο υαλοποίησης).

Η οδοντιατρική πορσελάνη παράγεται με τη βιομηχανική επεξεργασία των φυσικών ορυκτών του πυριτίου και της αργίλου. Τα κυριότερα από αυτά τα ορυκτά είναι ο άστριος, ο χαλαζίας, ο καολίνης και η άργιλος.

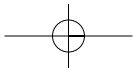
Τα μέρη μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας είναι:

1. μεταλλικός σκελετός
2. στρώμα οξειδίων ή μεσόφαση και
3. στρώμα πορσελάνης

Οι οδοντιατρικές πορσελάνες διαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση ή τον τρόπο επεξεργασίας τους.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα της πορσελάνης;
2. Ποια είναι η σύνθεση της πορσελάνης;
3. Σε τι διαφέρει η οδοντιατρική πορσελάνη από την κοινή πορσελάνη;
4. Τι είναι ο καολίνης και σε τι χρησιμεύει η παρουσία του στην πορσελάνη;
5. Τι είναι ο χαλαζίας και σε τι χρησιμεύει η παρουσία του στην οδοντιατρική πορσελάνη;
6. Ποια είναι η σχέση του χαλαζία με τη διαφάνεια της πορσελάνης;
7. Τι είναι ο άστριος και πώς σχετίζεται με τις οδοντιατρικές κεραμικές μάζες;
8. Τι είναι η αλουμίνα και σε τι χρησιμεύει στην οδοντιατρική πορσελάνη;
9. Τι γνωρίζετε για τα αρτύματα κράσης στην οδοντιατρική πορσελάνη;
10. Τι είναι η μεταλλοκεραμική αποκατάσταση;
11. Τι είναι η ολοκεραμική αποκατάσταση ;
12. Τι γνωρίζετε για τα στάδια όπτησης της πορσελάνης;
13. Τι γνωρίζετε για το μεταλλικό σκελετό μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας;
14. Τι γνωρίζετε για το στρώμα οξειδίων μετάλλου ή μεσόφαση ;
15. Τι γνωρίζετε για το στρώμα αδιαφανούς πορσελάνης ;
16. Τι γνωρίζετε για την πορσελάνη εφυάλωσης;
17. Τι γνωρίζετε για το στρώμα πορσελάνης οδοντίνης ;
18. Τι γνωρίζετε για το στρώμα πορσελάνης αδαμαντίνης ;
19. Πώς ταξινομούνται οι οδοντιατρικές πορσελάνες ;





ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

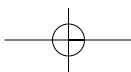
ΚΡΑΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΗΣ

2.1 Γενικά

Σήμερα η κατεξοχήν χρησιμοποιούμενη ακίνητη προσθετική αποκατάσταση είναι η μεταλλοκεραμική, επειδή συνδυάζει την αντοχή του μεταλλικού σκελετού με την αισθητική απόδοση της πορσελάνης.

Λόγω της διπλής φύσης της μεταλλοκεραμικής αποκατάστασης πρέπει να χρησιμοποιηθεί-για την κατασκευή του μεταλλικού σκελετού-κράμα συμβατό με την πορσελάνη. Γι' αυτό πρέπει ένα κράμα, για να είναι κατάλληλο για μεταλλοκεραμική, να εκπληρώνει τις εξής προϋποθέσεις:

1. **Δεσμός μετάλλου-κεραμικής μάζας.** Ένα κράμα μεταλλοκεραμικής πρέπει να είναι ικανό να παράγει επιφανειακά οξειδία για το χημικό δεσμό με τις κεραμικές μάζες. **Σήμερα μεγάλη σημασία δίνεται όχι μόνο στην ποσότητα οξειδίων αλλά και στο χρώμα τους. Το κράμα δεν πρέπει να παράγει έντονα χρωματισμένα οξειδία, γιατί αυτά θα επηρεάσουν αρνητικά το χρώμα της πορσελάνης.**
2. **Εναρμονισμός του θερμικού συντελεστή διαστολής των δύο υλικών.** Ένα κράμα μεταλλοκεραμικής είναι προτιμότερο να έχει παρόμοιο συντελεστή θερμικής διαστολής με αυτόν της πορσελάνης, για να διατηρηθεί η μεταλλοκεραμική σύνδεση. Όταν τα δύο υλικά εμφανίζουν διαφορετική διαστολή ή συστολή, το αποτέλεσμα είναι το σπάσιμο της πορσελάνης.
3. **Θερμοκρασιακό διάστημα τήξης.** Το κράμα πρέπει να έχει θερμοκρασιακό διάστημα τήξης αρκετά υψηλότερο από τη θερμοκρασία τήξης της αντίστοιχης πορσελάνης. Αυτό έχει σημασία, γιατί θα πρέπει το χτίσιμο της πορσελάνης με τα αλληπάλληλα ψησίματα και η εφυάλωση να γίνουν χωρίς την πιθανότητα να παραμορφωθεί ή να λιώσει η μεταλλική υποδομή. Η ελάχιστη ασφαλής διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας που ψήνεται η κεραμική μάζα, και της θερμοκρασίας που αρχίζει η τήξη του κράματος, πρέπει να είναι 150–260°C.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΚΡΑΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΗΣ

4. **Διαβροχή.** Το κράμα κατά τη διάρκεια του ψησίματος πρέπει να διαβρέχεται καλά από τη ρευστή κεραμική μάζα.
5. **Βιοσυμβατότητα του κράματος.** Το κράμα πρέπει να μη δημιουργεί προβλήματα τόσο στους σκληρούς και μαλακούς ιστούς του στόματος, όσο και στη γενικότερη υγεία του ασθενούς.

2.2 Κατάταξη κραμάτων μεταλλοκεραμικής

Αρκετές κατατάξεις προτάθηκαν κατά καιρούς γι' αυτή την κατηγορία των κραμάτων. Το 1984 η Επιτροπή Οδοντιατρικών Υλικών, Εργαλείων και Συσκευών της ADA (Council on Dental Materials, Instruments and Equipment of the American Dental Association) έκανε μια κατάταξη για τα κράματα, βασισμένη στην περιεκτικότητα σε πολύτιμα μέταλλα. Στην πορεία αποδείχθηκε ότι η κατάταξη αυτή δημιούργησε πολλά προβλήματα. Έτσι, το 1986 προτάθηκε η εξής κατάταξη, η οποία ισχύει μέχρι σήμερα:

Κατάταξη κραμάτων μεταλλοκεραμικής

	Σύστημα	Ομάδα
Κράματα Ευγενών Μετάλλων	Χρυσού-Πλατίνας-Παλλαδίου	-
	Χρυσού-Παλλαδίου-Αργύρου	Υψηλής % Αργύρου Χαμηλής % Αργύρου
	Χρυσού-Παλλαδίου	-
	Παλλαδίου-Αργύρου	-
	Παλλαδίου-Κοβαλτίου	-
	Παλλαδίου -Χαλκού	-
	Παλλαδίου-Αργύρου-Χρυσού	-
Κράματα Βασικών Μετάλλων	Νικελίου-Χρωμίου	Με Βηρύλλιο Χωρίς Βηρύλλιο
	Κοβαλτίου-Χρωμίου	-
Τιτάνιο	-	-

Η κατάταξη των κραμάτων έχει γίνει με κριτήριο τη σύστασή τους και το ποσοστό του κυρίαρχου συστατικού τους.

Προηγείται το όνομα του κυρίαρχου μετάλλου και ακολουθεί το δεύτερο σε αναλογία. Σημαντικά άλλα πρόσθετα βοηθούν στη διαίρεση σε υποκατηγορίες (π.χ. βηρύλλιο, χαλκός, κοβάλτιο κλπ.).

Για να είναι ένα κράμα ευγενές, πρέπει να περιέχει αρκετή ποσότητα ενός ευγενούς μετάλλου. Ευγενή μέταλλα θεωρούνται ο χρυσός, η πλατίνα, ο άργυρος και τα μέταλλα της οικογένειας της πλατίνας (παλλάδιο, ιρίδιο, όσμιο, ρόδιο, ρουθίνιο). Αν αυτά τα μέταλλα απουσιάζουν ή βρίσκονται σε ίχνη, τότε το κράμα κατατάσσεται στα βασικά.

Η χημική σύσταση ενός κράματος είναι υπεύθυνη για τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες, καθώς και τη βιολογική συμπεριφορά τους.

2.3 Ευγενή κράματα

2.3.1 Κράματα χρυσού–πλατίνας–παλλαδίου (Au-Pt, Pd)

Είναι από τα πιο παλιά κράματα για τους σκοπούς της μεταλλοκεραμικής. Σήμερα δε χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω του αυξημένου κόστους τους. Η αναλογία των συστατικών των κραμάτων αυτής της κατηγορίας ποικίλλει αρκετά. Σε ορισμένα δεν υπάρχει καθόλου παλλάδιο και αναφέρονται σα χρυσοπλατίνες, ενώ σε άλλα η αναλογία του παλλαδίου είναι αυξημένη και μπορούν να καταλήξουν σε κράματα χρυσού–παλλαδίου–πλατίνας.

Πλεονεκτήματα

1. Εύκολα στη χύτευση.
2. Άριστος δεσμός με την πορσελάνη.
3. Υψηλό επίπεδο ευγένειας.
4. Ευκολία στη ρύθμιση της σύγκλεισης και το τελείωμά τους.
5. Μεγάλη αντίσταση στη διάβρωση και την αμαύρωση.
6. Βιοσυμβατά.
7. Εύκολη εφαρμογή στα όρια και τη λείανση.

Μειονεκτήματα

1. Υψηλό κόστος.
2. Χαμηλή αντοχή στην παραμόρφωση κατά την όπτηση, και έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ακίνητες εργασίες με μεγάλα γεφυρώματα.
3. Αυξημένη αποτριβή λόγω της μικρής σκληρότητας.
4. Υψηλή πυκνότητα.

2.3.2 Κράματα χρυσού-παλλαδίου (Au-Pd)

Πλεονεκτήματα

1. Εύκολα στη χύτευση.
2. Δεσμός ικανοποιητικής αντοχής.
3. Αντοχή στη διάβρωση και την αμαύρωση.
4. Βελτιωμένη αντοχή στην παραμόρφωση κατά την όπτηση.
5. Χαμηλότερη πυκνότητα.

Μειονεκτήματα

1. Δεν είναι θερμικά συμβατά με οδοντιατρικές πορσελάνες υψηλής διαστολής.
2. Υψηλό κόστος.

2.3.3 Κράματα Παλλαδίου-Αργύρου (Pd-Ag)

Πλεονεκτήματα

1. Χαμηλό κόστος.
2. Χαμηλή πυκνότητα.
3. Εύκολα στη χύτευση.
4. Καλός δεσμός με την πορσελάνη.
5. Εύκολα γυαλίζονται.
6. Χαμηλή σκληρότητα.
7. Εξαιρετική αντοχή στην παραμόρφωση κατά την όπτηση.
8. Μέτριο επίπεδο ευγενών μετάλλων.
9. Καλή αντοχή στην οξείδωση και την αμαύρωση.
10. Κατάλληλα για εκτεταμένες γέφυρες με μεγάλα γεφυρώματα.

Μειονεκτήματα

1. Επίδραση στο χρώμα σε ορισμένες πορσελάνες. Μπορεί να γίνουν κίτρινα, καφέ, πράσινα.
2. Προβλήματα κάποιες φορές στη χύτευση.
3. Το παλλάδιο και ο άργυρος κάποιες φορές απορροφούν αέριο.
4. Τακτικός καθαρισμός του φούρνου πορσελάνης.
5. Πρέπει να χυτεύονται σε κεραμικές χοάνες.
6. Τα πυροχρώματα πρέπει να μην περιέχουν γραφίτη.
7. Υψηλός συντελεστής θερμικής διαστολής.



2.4 Κράματα βασικών μετάλλων

2.4.1 Κράματα Νικελίου–Χρωμίου χωρίς Βηρύλλιο (Ni-Gr)

Κράματα Νικελίου–Χρωμίου με Βηρύλλιο (Ni-Gr-Be)

Δεν χρησιμοποιούνται πλέον, γιατί το βηρύλλιο είναι καρκινογόνος ουσία και το νικέλιο δημιουργεί αλλεργία στους ασθενείς.

2.4.2 Κράματα κοβαλτίου–χρωμίου (Co-Cr)

Πλεονεκτήματα

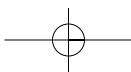
1. Δεν περιέχουν νικέλιο.
2. Δεν περιέχουν βηρύλλιο.
3. Είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας.
4. Χαμηλή πυκνότητα.
5. Χαμηλό κόστος.

Μειονεκτήματα

1. Υψηλή σκληρότητα
2. Δεν υπάρχουν πληροφορίες από μακροχρόνιες κλινικές έρευνες.

2.4.3 Μειονεκτήματα μη ευγενών μετάλλων σε σχέση με τα κράματα χρυσού–πλατίνας

1. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα κατά την επεξεργασία τους.
2. Χρειάζονται για το λιώσιμό τους συσκευές που αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες.
3. Είναι σκληρά, και γι' αυτό η επεξεργασία και η αφαίρεσή τους από το στόμα είναι επίπονες.
4. Δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση του περισεύματος (μπουκαδούρα) για επόμενες χυτεύσεις.
5. Η σκόνη που παράγεται κατά τον εκτροχισμό τους είναι επικίνδυνη.
6. Εμφανίζουν μέτρια εφαρμογή του χυτού στο κολόβωμα-συγκριτικά με τα κράματα ευγενών μετάλλων.
7. Ορισμένα άτομα εμφανίζουν ευαισθησία σε αυτά τα κράματα, λόγω του νικελίου που περιέχουν
8. Δε δίνουν εξίσου λεία και στιλπνή επιφάνεια με τα χρυσοκράματα.





2.5 Τιτάνιο

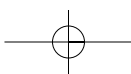
Τα τελευταία χρόνια το τιτάνιο έχει συγκεντρώσει το ενδιαφέρον του οδοντιατρικού-οδοντοτεχνικού κόσμου ως υλικό κατασκευής μεταλλικών προσθετικών σκελετών (μεταλλικών σκελετών μερικών οδοντοστοιχιών, οστεοενσωματούμενων οδοντικών εμφυτευμάτων, μεταλλικών σκελετών μεταλλοκεραμικής προσθετικής). Το ενδιαφέρον αυτό οφείλεται στα πλεονεκτήματα που διαθέτει έναντι των άλλων κραμάτων της προσθετικής οδοντιατρικής.

Πλεονεκτήματα

1. Παρουσιάζει άριστη βιοσυμβατότητα με τους ιστούς.
2. Έχει μικρό ειδικό βάρος.
3. Έχει υψηλή αντοχή.
4. Έχει ιδιαίτερα μικρή θερμική αγωγιμότητα.
5. Υπάρχει σε αφθονία στη φύση και η επεξεργασία του είναι εύκολη, οικονομική και οικολογική.

Μειονεκτήματα

1. Η υψηλή χημική συγγένεια του τιτανίου με το πυρίτιο και το οξυγόνο, καθώς και το υψηλό σημείο τήξης του (1688°C) κάνουν αδύνατη τη χύτευση του τιτανίου με το συμβατικό οδοντοτεχνικό εξοπλισμό.
2. Το μέτρο ελαστικότητας του τιτανίου είναι περίπου ίσο με αυτό των χρυσοκραμάτων, αλλά μικρότερο από εκείνο των βασικών κραμάτων. Έτσι, για την αντοχή στα ίδια φορτία οι κατασκευές από τιτάνιο πρέπει να σχεδιάζονται με μεγαλύτερες διατομές συγκριτικά με αυτές των βασικών κραμάτων.
3. Η ταχύτατη οξειδωση του τιτανίου σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τους 800°C αυξάνει υπερβολικά το πάχος του στρώματος των οξειδίων, που βρίσκεται ανάμεσα στο μέταλλο και την κεραμική μάζα, μειώνοντας σημαντικά την αντοχή του μεταλλοκεραμικού συστήματος.



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η μεταλλοκεραμική είναι η κατεξοχήν χρησιμοποιούμενη ακίνητη προσθετική αποκατάσταση. Για την κατασκευή του μεταλλικού σκελετού πρέπει να χρησιμοποιηθεί κράμα συμβατό με την πορσελάνη.

Οι όροι που πρέπει να εκπληρώνει ένα κράμα, για να είναι κατάλληλο για μεταλλοκεραμική αποκατάσταση, είναι:

1. Δεσμός μετάλλου-κεραμικής μάζας.
2. Εναρμονισμός του θερμικού συντελεστή διαστολής των δύο υλικών.
3. Θερμοκρασιακό διάστημα τήξης.
4. Διαβροχή.
5. Αντοχή του κράματος.
6. Βιοσυμβατότητα του κράματος.

Η κατάταξη των κραμάτων έχει γίνει με βάση τη σύστασή τους και το ποσοστό του κυρίαρχου συστατικού τους. Προηγείται το όνομα του κυρίαρχου μετάλλου και ακολουθεί το δεύτερο σε αναλογία.

Ένα κράμα για να θεωρείται ευγενές, πρέπει να περιέχει αρκετή ποσότητα ενός ευγενούς μετάλλου. Αν αυτό απουσιάζει, κατατάσσεται στα βασικά.

Το τιτάνιο χρησιμοποιείται πολύ τα τελευταία χρόνια, γιατί έχει άριστη βιοσυμβατότητα, μικρό ειδικό βάρος, μικρή θερμική αγωγιμότητα, υψηλή αντοχή, υπάρχει σε αφθονία στη φύση και το κόστος επεξεργασίας του είναι μικρό.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις ένα κράμα χρησιμοποιείται στη μεταλλοκεραμική;
2. Με ποια κριτήρια έχει γίνει η σύγχρονη ταξινόμηση των κραμάτων;
3. Τι είναι ευγενή κράματα, ποια είναι τα ευγενή μέταλλα, τι είναι βασικά κράματα;
4. Αναφέρετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κραμάτων χρυσού-πλατίνας-παλλαδίου.
5. Αναφέρετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κραμάτων χρυσού-παλλαδίου.
6. Αναφέρετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κραμάτων κοβαλτίου-χρωμίου.
7. Αναφέρετε τα μειονεκτήματα των μη ευγενών μετάλλων σε σχέση με τα κράματα χρυσού-πλατίνας.
8. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα του τιτανίου;
9. Ποια είναι τα μειονεκτήματα του τιτανίου;



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

3.1 Μηχανισμοί που συμβάλλουν στη δημιουργία του μεταλλοκεραμικού δεσμού

Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες για την επιτυχία μιας μεταλλοκεραμικής προσθετικής εργασίας είναι η καλή σύνδεση του κράματος με την κεραμική μάζα. Η σύνδεση αυτή των δύο υλικών οφείλεται στο δεσμό που αναπτύσσεται μεταξύ τους, και ο οποίος ονομάζεται μεταλλοκεραμικός δεσμός.

Διάφοροι μηχανισμοί συμβάλλουν-σε διαφορετικό βαθμό ο καθένας-στην ισχυρή σύνδεση κράματος-κεραμικής μάζας. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι:

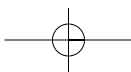
- α) διαμοριακοί δεσμοί (δυνάμεις Van der Waal's),
- β) μικρομηχανική συγκράτηση,
- γ) θλιπτικές δυνάμεις λόγω της διαφοράς συντελεστή θερμικής διαστολής μεταξύ κράματος και κεραμικής μάζας, και
- δ) χημικός δεσμός μέσω των μεταλλικών οξειδίων.

3.1.1 Διαμοριακοί δεσμοί (δυνάμεις Van der Waal's ή δυνάμεις διαβροχής)

Εάν τοποθετήσουμε μια σταγόνα νερού πάνω σε κερί, θα παρατηρήσουμε ότι αυτή εξαπλώνεται με περισσότερη δυσκολία, συγκριτικά με την εξάπλωση της ίδιας σταγόνας νερού πάνω σε μια μεταλλική επιφάνεια. Το φαινόμενο αυτό της εξάπλωσης ενός υγρού πάνω στην επιφάνεια ενός στερεού σώματος λέγεται διαβροχή.

Η διαβροχή οφείλεται στην έλξη των μορίων του υγρού από τα μόρια του στερεού σώματος. Αυτές οι ασθενείς ηλεκτροστατικές δυνάμεις λέγονται δυνάμεις διαβροχής ή δυνάμεις Van der Waal's. Βέβαια, για να έχουμε καλή διαβροχή, πρέπει οι δυνάμεις έλξης του στερεού προς το υγρό να είναι μεγαλύτερες από τις ελκτικές δυνάμεις που υπάρχουν ανάμεσα στα μόρια του υγρού.

Στη μεταλλοκεραμική οι δυνάμεις διαβροχής αναπτύσσονται στο στάδιο της επίστρωσης της αδιαφάνειας αλλά και κατά την όπτησή της. Είναι αυτές που κάνουν την κεραμική μάζα να ρέει και να γεμίζει τις μικροανωμαλίες της επι-





ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

φάνειας του χυτού. Όσο πιο μεγάλες είναι οι δυνάμεις διαβροχής, τόσο αυξάνουν οι δυνατότητες ολοκλήρωσης της επαφής των δύο υλικών. Γι' αυτό το λόγο προσθέτουν οι κατασκευαστές στις συνηθισμένες κεραμικές μάζες ουσίες που διευκολύνουν τη διαβροχή (K_2O , Na_2O , Βόρακας).

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι η συμβολή των δυνάμεων Wan der Waal's στο μεταλλοκεραμικό δεσμό είναι αρκετά περιορισμένη.

3.1.2 Μικρομηχανική συγκράτηση

Η μικρομηχανική συγκράτηση κράματος-πορσελάνης εξαρτάται από την επιφανειακή αδρότητα (τραχύτητα) του μεταλλικού σκελετού. Η επιφανειακή τραχύτητα επιτυγχάνεται με τον τροχισμό μεταλλικού σκελετού και την αμβρόβόλσή του με οξειδία αλουμινίου. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων των οξειδίων του αλουμινίου, την πίεση και τη γωνία αμβρόβόλσης.

Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα μιας αδροποιημένης επιφάνειας είναι:

- α) η αύξηση της διαβροχής του μεταλλικού σκελετού από την πορσελάνη εξαιτίας της αύξησης της επιφάνειας,
- β) κάποια πρόσθετη δύναμη στο δεσμό εξαιτίας της μηχανικής συναρμογής της πορσελάνης στην επιφάνεια του μετάλλου και
- γ) αυξημένος επιφανειακός χώρος για το χημικό δεσμό της πορσελάνης.

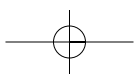
Τα παραπάνω δεν πρέπει να μας οδηγήσουν στο λανθασμένο συμπέρασμα ότι, όσο αυξάνεται η επιφανειακή αδρότητα, τόσο αυξάνεται και η αντοχή του μεταλλοκεραμικού δεσμού. Έχει αποδειχθεί ότι η *υπερβολική αδρότητα* μειώνει την αντοχή της μεταλλοκεραμικής σύνδεσης και διευκολύνει την ανάπτυξη ρωγμών στο κράμα.

Σήμερα πιστεύεται ότι η συνεισφορά της μικρομηχανικής συγκράτησης στο μεταλλοκεραμικό δεσμό είναι σχετικά μικρή.

3.1.3 Θλιπτικές δυνάμεις λόγω της διαφοράς συντελεστή θερμικής διαστολής μεταξύ κράματος και κεραμικής μάζας

Συντελεστής θερμικής διαστολής ονομάζεται η μεταβολή η οποία παρουσιάζεται στη μονάδα μήκους ενός υλικού, όταν η θερμοκρασία του μεταβληθεί κατά $1^{\circ}C$.

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής του κράματος επιλέγεται έτσι, ώστε να



ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

είναι λίγο μεγαλύτερος από αυτό της πορσελάνης. Έτσι, κατά την ψύξη της μεταλλοκεραμικής κατασκευής, εξαιτίας της διαφοράς στο ρυθμό συστολής, ασκούνται εφελκυστικές δυνάμεις στο κράμα και θλιπτικές δυνάμεις στην πορσελάνη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να βρίσκεται η πορσελάνη σε ελαφριά μόνη συμπίεση, γεγονός που επηρεάζει θετικά την αντοχή και της πορσελάνης και του μεταλλοκεραμικού δεσμού.

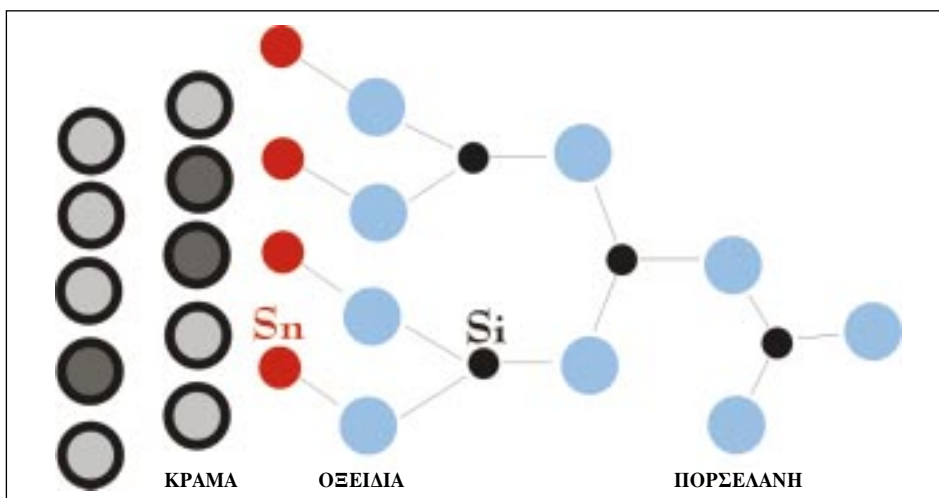
Η διαφορά του συντελεστή θερμικής διαστολής μεταξύ των δύο υλικών δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $0.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, για να μη δημιουργούνται σπασίματα στην κεραμική μάζα.

3.1.4 Χημικός δεσμός

Σε γενικές γραμμές είναι σήμερα αποδεκτό ότι κατά το στάδιο της οξείδωσης του μεταλλικού σκελετού δημιουργούνται στην επιφάνειά του οξειδία, τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη χημικού δεσμού κράματος-πορσελάνης.

Υπάρχουν δυο θεωρίες ερμηνείας του χημικού δεσμού:

- α) η θεωρία της δημιουργίας ενδιάμεσων οξειδίων. Σύμφωνα με αυτή, κατά την οξείδωση δημιουργούνται οξειδία που δεν είναι οξειδωμένα στο μεγαλύτερο βαθμό (π.χ. SnO , InO). Αυτά αργότερα αντιδρούν με το O_2 των οξειδίων της πορσελάνης και οξειδώνονται παραπέρα (SnO_2 , In_2O_3 , InO_2) συνδέοντας ταυτόχρονα το κράμα με την πορσελάνη (εικ. 3.1).



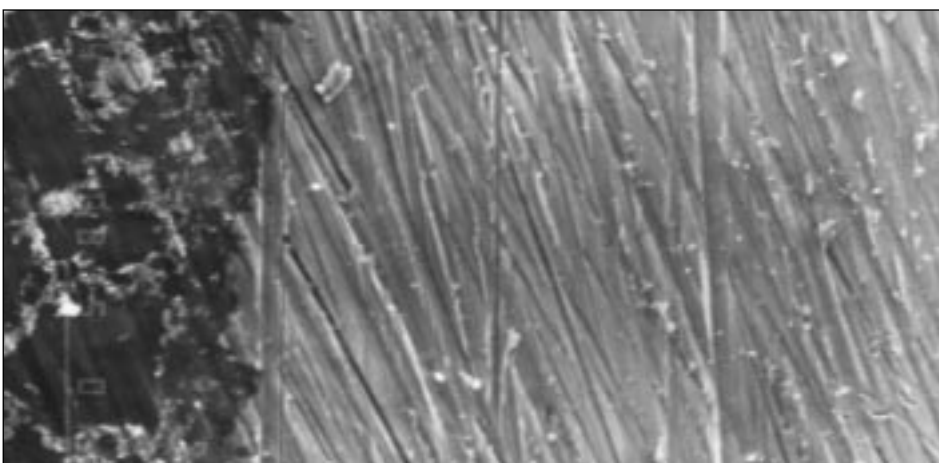
Εικ. 3.1: Τα οξειδία κασσιτέρου συνδέουν το κράμα με την πορσελάνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

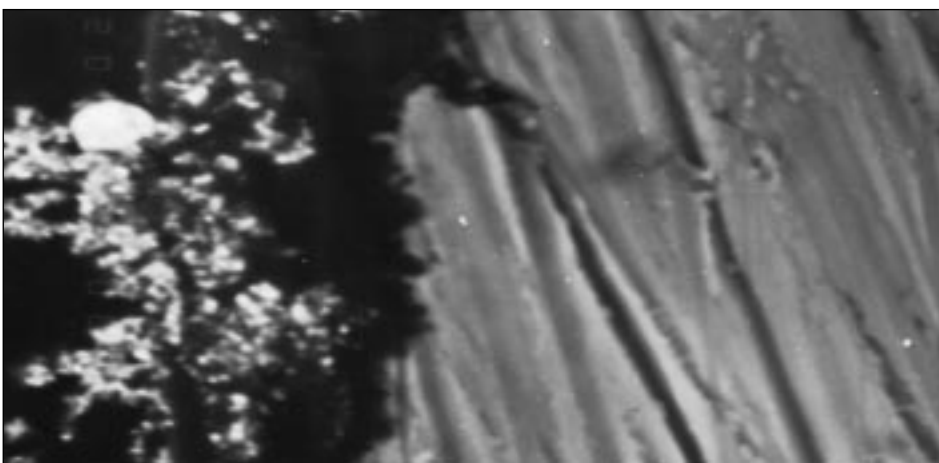
β) σύμφωνα με τη δεύτερη θεωρία, τα οξειδία που δημιουργούνται κατά την οξείδωση βρίσκονται από την αρχή στην πιο οξειδωμένη μορφή τους και διαλύονται μέσα στην πορσελάνη με το μηχανισμό της διάλυσης στη στερεά κατάσταση.

Ανεξάρτητα από την ερμηνεία της φύσης του ο χημικός δεσμός θεωρείται σήμερα ότι είναι καθοριστικής σημασίας για την αντοχή του μεταλλοκεραμικού δεσμού (εικ. 3.2, εικ. 3.3).

Φωτογραφίες με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEI) της διεπιφάνειας κράματος πορσελάνης



Εικ. 3.2: Μεγέθυνση 400 φορές (σκούρο χρώμα: πορσελάνη, ανοιχτό χρώμα: κράμα).



Εικ. 3.3: Μεγέθυνση 1500 φορές (σκούρο χρώμα: πορσελάνη, ανοιχτό χρώμα: κράμα).

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Για τη δημιουργία του στρώματος των οξειδίων προσθέτουμε κυρίως στο κράμα αλλά και στην αδιαφάνεια διάφορα μη ευγενή μέταλλα σε μικρές ποσότητες. Συγκεκριμένα κατά κατηγορία κραμάτων:

- α) Στα κράματα μεγάλης περιεκτικότητας σε χρυσό προσθέτουμε κυρίως Fe, In, Cu και Sn.
- β) Στα κράματα PdAg και AgPd προσθέτουμε Ga, In, Sn και Cu.
- γ) Στα κράματα NiCr και CoCr το χρώμιο δημιουργεί παχύ στρώμα οξειδίων, που δεν ευνοεί την αντοχή του μεταλλοκεραμικού δεσμού. Για να αποκλειστεί η παρουσία του Cr_2O_3 στη μεσόφαση, προσθέτουμε στο κράμα στοιχεία, όπως Hf, Y, Ti. Τα οξείδια που εντοπίζονται σε κράμα NiCr είναι NiO , Cr_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 .
- δ) Στα κράματα Τιτανίου τα οξείδια δημιουργούνται κυρίως από την παρουσία των στοιχείων Ga, Sn, και In.

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως πρωτεύοντα ρόλο στο χημικό δεσμό παίζουν ο βαθμός οξείδωσης των αναπτυσσόμενων μεσοφασικών οξειδίων και το μέσο πάχος του στρώματος των οξειδίων. Κι εδώ πρέπει να τονιστεί ότι το πάχος δεν μπορεί να γενικευθεί σαν κριτήριο της επιτυχίας του χημικού δεσμού, αφού, για παράδειγμα, η αύξηση του πάχους των οξειδίων στο ίδιο κράμα οδηγεί σε μείωση της αντοχής του μεταλλοκεραμικού δεσμού.

3.2 Παράγοντες που επιδρούν στο μεταλλοκεραμικό δεσμό κατά τα στάδια κατασκευής μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας

Στα διάφορα στάδια κατασκευής μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας πρέπει να γνωρίζουμε τους απαραίτητους χειρισμούς και τεχνικές έτσι, ώστε να αποφεύγουμε τα λάθη που οδηγούν στη μείωση της αντοχής του μεταλλοκεραμικού δεσμού και τελικά στη θραύση.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στην αντοχή του μεταλλοκεραμικού δεσμού είναι:

- 1. Το σχήμα, η έκταση, ο όγκος του μεταλλικού σκελετού καθώς και το πάχος της κεραμικής μάζας.
- 2. Η επαναχύτευση κραμάτων PdAu και PdAg (κώνων και αγωγών)-ακόμα και στην περίπτωση που προστίθεται 50% νέο κράμα-μειώνει την αντοχή του με-

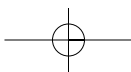


ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

ταλλοκεραμικού δεσμού. Ειδικά στα κράματα βασικών μετάλλων πρέπει να αποφεύγεται η επαναχύτευση αγωγών και κώνων.

3. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται περιστροφικά κοπτικά εργαλεία με κεραμική σύνδεση, ειδικά για κάθε τύπο κράματος, χωρίς να δημιουργούνται αναδιπλώσεις και ακμές.
4. Η αμμοβόληση του κράματος πρέπει να γίνεται πάντοτε με αχρησιμοποίητα οξειδία αλουμινίου με το καθορισμένο μέγεθος κόκκων, στη συγκεκριμένη πίεση και με τη γωνία αμμοβόλησης που προβλέπει ο κατασκευαστής.
5. Η ακάθαρτη επιφάνεια του μεταλλικού σκελετού ή το άγγιγμα του σκελετού με τα δάκτυλα (από ένα στάδιο και μετά) προκαλούν εξασθένηση του μεταλλοκεραμικού δεσμού με τη μορφή φυσαλίδων στο στρώμα της αδιαφάνειας.
6. Η υπερβολική οξείδωση σε ένα κράμα π.χ. NiCr ή CoCr, έστω και για λίγα λεπτά, οδηγεί σε πλήρη επικράτηση του Cr_2O_3 που δεν επιτρέπει το χημικό δεσμό με την πορσελάνη.
7. Το πρώτο στρώμα αδιαφάνειας πρέπει να είναι λεπτόρρευστο, για να έχουμε καλή διαβροχή του μεταλλικού σκελετού,
8. Στους διάφορους κύκλους όπτησης πρέπει να τηρούνται επακριβώς οι οδηγίες του κατασκευαστή. Ιδιαίτερα πρέπει να τονιστεί ότι με τις επανειλημμένες οπτήσεις ο συντελεστής θερμικής διαστολής της πορσελάνης αυξάνεται και μπορεί να δημιουργηθούν εφελκυστικές τάσεις στη μάζα της.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι η ακριβής τήρηση των οδηγιών του κατασκευαστή σε όλα τα στάδια κατασκευής μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας, καθώς και οι γνώσεις και η εμπειρία του κεραμίστα συγκροτούν το βάθος, πάνω στο οποίο στηρίζεται η επιτυχία του μεταλλοκεραμικού δεσμού.



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η σύνδεση κράματος-πορσελάνης οφείλεται στο δεσμό που αναπτύσσεται μεταξύ τους, ο οποίος ονομάζεται μεταλλοκεραμικός δεσμός.

Τέσσερις μηχανισμοί συμβάλλουν –σε διαφορετικό βαθμό ο καθένας– στην ισχυρή σύνδεση κράματος-πορσελάνης.

Οι μηχανισμοί αυτοί είναι:

- α) **Διαμοριακοί δεσμοί (δυνάμεις Van der Waal's):** Η συνεισφορά τους στο μεταλλοκεραμικό δεσμό είναι αρκετά περιορισμένη.
- β) **Μικρομηχανική συγκράτηση:** Εξαρτάται από την επιφανειακή αδρότητα (τραχύτητα) του μεταλλικού σκελετού.
- γ) **Θλιπτικές δυνάμεις λόγω της διαφοράς συντελεστή θερμικής διαστολής μεταξύ κράματος και πορσελάνης.** Αυτή η διαφορά (δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) δημιουργεί κατά την απόψυξη θλιπτικές δυνάμεις στην πορσελάνη και εφελκυστικές στο κράμα.
- δ) **Χημικός δεσμός:** Θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας για την επιτυχία του μεταλλοκεραμικού δεσμού.

Κατά το στάδιο της οξείδωσης δημιουργούνται στην επιφάνεια του μεταλλικού σκελετού οξειδία, τα οποία αντιδρούν με τα οξειδία της πορσελάνης σχηματίζοντας χημικό δεσμό.

Για τη δημιουργία του στρώματος των οξειδίων προσθέτουμε κυρίως στα κράματα αλλά και στην αδιαφάνεια διάφορα μη ευγενή μέταλλα σε μικρές ποσότητες.

Στα διάφορα στάδια κατασκευής μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας, τηρώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή, πρέπει να γνωρίζουμε τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή του μεταλλοκεραμικού δεσμού, αποφεύγοντας λάθη και παραλείψεις.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι ονομάζεται μεταλλοκεραμικός δεσμός;
2. Τι γνωρίζετε για τους διαμοριακούς δεσμούς (δυνάμεις Van der Waal's);
3. Τι γνωρίζετε για τη μικρομηχανική συγκράτηση;
4. Τι γνωρίζετε για τις θλιπτικές δυνάμεις λόγω της διαφοράς συντελεστή θερμικής διαστολής κράματος-κεραμικής μάζας;
5. Ποιες είναι οι θεωρίες που ερμηνεύουν τη φύση του χημικού δεσμού;
6. Ποια μέταλλα προσθέτουμε κυρίως στα κράματα για τη δημιουργία του στρώματος των οξειδίων;
7. Ποιοι είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στην αντοχή του μεταλλοκεραμικού δεσμού στα διάφορα στάδια κατασκευής μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας;



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

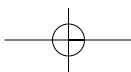
ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

4.1 Στάδια κατασκευής μεταλλοκεραμικών εργασιών

Για την πραγματοποίηση των μεταλλοκεραμικών κατασκευών, εκτός από τις διαδικασίες που ακολουθεί ο οδοντίατρος, απαιτείται και μία σειρά εργασιών που γίνονται στο οδοντοτεχνικό εργαστήριο. Οι εργασίες αυτές αποτελούν τα *εργαστηριακά στάδια κατασκευής* που, συνοπτικά, είναι τα ακόλουθα:

1. **Η κατασκευή των εκμαγείων** που αποτελούν αντίγραφα των δοντιών και των ούλων και χρησιμεύουν για τη σχεδίαση και εκτέλεση της εργασίας.
2. **Η ανάρτηση των εκμαγείων στον αρθρωτήρα** για τη σωστή απόδοση της λειτουργίας των γνάθων.
3. **Η κατασκευή του κέρινου ομοιώματος** του σκελετού.
4. **Η διαδικασία αποκήρωσης, προθέρμανσης και χύτευσης**, κατά την οποία αντικαθίσταται το κέρινο ομοίωμα από κατάλληλο κράμα.
5. **Η κατεργασία του μεταλλικού σκελετού** για την υποδοχή της κεραμικής μάζας και τη δόμηση, όπτηση και στίλβωση της πορσελάνης.
6. **Η λείανση και στίλβωση** του μεταλλικού σκελετού της εργασίας.

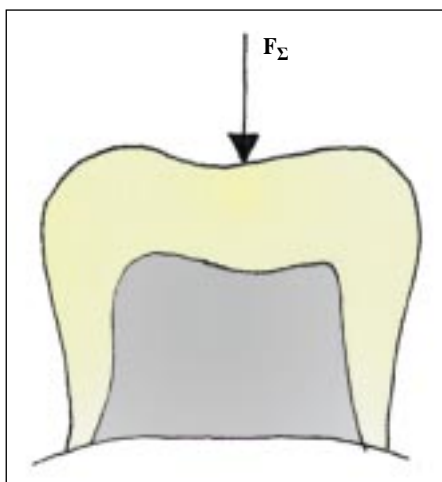
Πριν προχωρήσουμε στα επόμενα κεφάλαια, στην περιγραφή αυτών των σταδίων, θα εξετάσουμε αναλυτικότερα τους κανόνες σχεδιασμού του μεταλλικού σκελετού τόσο για τις στεφάνες όσο και για τις γέφυρες.



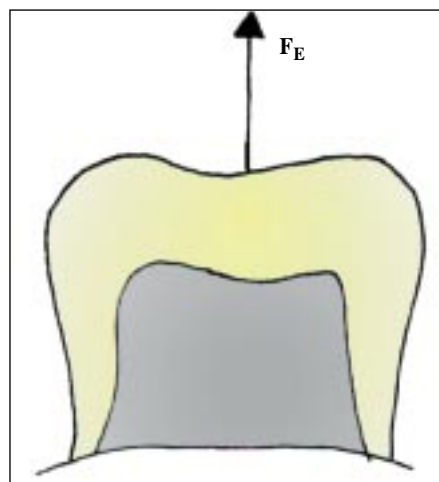
4.2 Η μηχανική συμπεριφορά των μεταλλοκεραμικών εργασιών στο στόμα.

4.2.1 Μασητικές δυνάμεις

Η μασητική επιφάνεια ενός δοντιού είναι αυτή που έρχεται σε επαφή με τα απέναντι δόντια (ανταγωνιστές) ή με την τροφή κατά τη μάσηση. Οι μασητικές δυνάμεις που αναπτύσσονται διακρίνονται σε **δυνάμεις συμπίεσης** και **δυνάμεις εφελκυσμού**. Οι δυνάμεις συμπίεσης ασκούνται κατά τη σύνθλιψη της τροφής και επιτυγχάνονται κατά το κλείσιμο του στόματος (εικ. 4.1), ενώ οι δυνάμεις εφελκυσμού κατά το άνοιγμα, όταν υπάρχει, βέβαια, τροφή (εικ. 4.2).

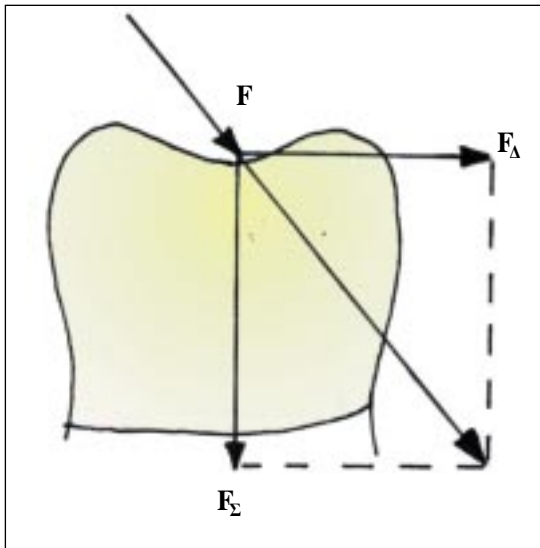


Εικ. 4.1. Δύναμη συμπίεσης (F_S).



Εικ. 4.2. Δύναμη εφελκυσμού (F_E).

Οι μασητικές δυνάμεις, όμως, ασκούνται όχι μόνο κάθετα στις επιφάνειες των δοντιών αλλά και σε διάφορες γωνίες, οι οποίες αναλύονται σε μία κάθετη δύναμη και μία οριζόντια (εικ. 4.3). Η κάθετη είναι δύναμη συμπίεσης, ενώ η οριζόντια καλείται **δύναμη διάτμησης**. Γι' αυτό οι δυνάμεις που ασκούνται υπό γωνία (λοξά) στις επιφάνειες των δοντιών έχουν διατμητική ικανότητα. Οι δυνάμεις διάτμησης προκαλούν θραύσεις τόσο στις επιφάνειες των δοντιών όσο και στις προσθετικές εργασίες. Δεν μπορούμε να αποφύγουμε, βέβαια, τις μασητικές δυνάμεις μπορούμε όμως, με κατάλληλο σχεδιασμό των μεταλλοκεραμικών εργασιών, να περιορίσουμε ή και να εμποδίσουμε τις βλαπτικές επιδράσεις τους.

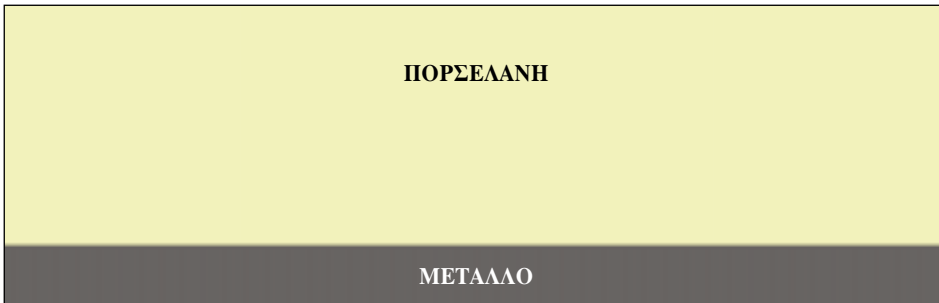


Εικ. 4.3: Η δύναμη F αναλύεται σε μια κάθετη δύναμη συμπίεσης (F_{Σ}) και σε μια οριζόντια δύναμη διάτμησης (F_{Δ}).

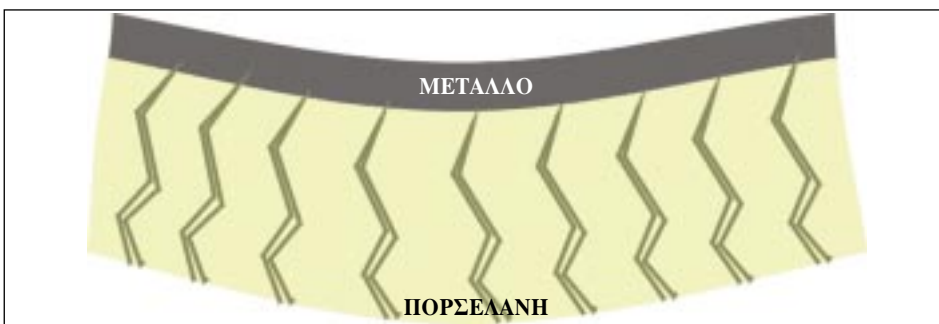
4.2.2 Η επίδραση των μασητικών δυνάμεων στην μεταλλοκεραμική

Όταν μία δύναμη ασκείται σε ένα υλικό, αυτό έχει την τάση να αλλάξει σχήμα, να υφίσταται, δηλαδή, μία **παραμόρφωση**. Ανάλογα με τη δύναμη και το υλικό, όταν η δύναμη πάψει να ασκείται, η παραμόρφωση αυτή θα είναι **ελαστική**, δηλαδή το αρχικό σχήμα θα επανέλθει, ή θα είναι **μόνιμη** και το αρχικό σχήμα θα μεταβληθεί (**στρέβλωση**), ή το υλικό θα σπάσει (**θραύση**). Τα μέταλλα έχουν το χαρακτηριστικό της ελαστικότητας σε αντίθεση με την πορσελάνη που, όπως αναφέρθηκε, ενώ είναι υλικό ανθεκτικό στη συμπίεση, παρουσιάζει χαμηλή αντοχή στην κάμψη και είναι **ψαθυρή**. Ως ψαθυρό θα ορίζαμε το υλικό που θρυμματίζεται εύκολα. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε πως, όταν κάμπτεται ένα υλικό, δέχεται δυνάμεις εφελκυσμού στην κυρτή του επιφάνεια. Δηλαδή αυτό που θα σπάσει την πορσελάνη κατά την κάμψη της θα είναι οι δυνάμεις εφελκυσμού. Άρα, πρέπει να έχουμε υπόψη πως το στρώμα της πορσελάνης που είναι προσκολλημένο σε μία μεταλλική επιφάνεια, όπως αυτή του μεταλλικού σκελετού μιας εργασίας (εικ. 4.4), δεν έχει την ικανότητα να ακολουθήσει την ελαστική παραμόρφωση του μετάλλου και είναι δυνατό να σπάσει (εικ. 4.5).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ



Εικ. 4.4: Το πάχος της πορσελάνης είναι σημαντικά μεγαλύτερο, όμως η αντοχή της μεταλλοκεραμικής εξαρτάται από το πάχος του μετάλλου.



Εικ. 4.5: Η πορσελάνη σπάζει εύκολα σε κάμψη της μεταλλοκεραμικής επιφάνειας.

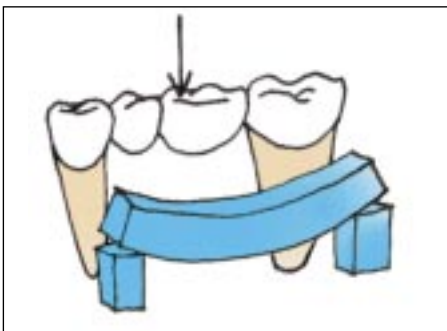
Το μέγεθος της παραμόρφωσης του μετάλλου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η δύναμη που θα ασκηθεί, το είδος του κράματος αλλά και η σχεδίαση της εργασίας. Ενδεικτικά μπορούμε να δούμε στις εικόνες 4.6, 4.7 και 4.8 πως, όσο περισσότερα είναι τα γεφυρώματα, δηλαδή, όσο το μήκος μιας γέφυρας αυξάνει, τόσο μεγαλώνει και η ελαστική της παραμόρφωση. Αντίστοιχα,



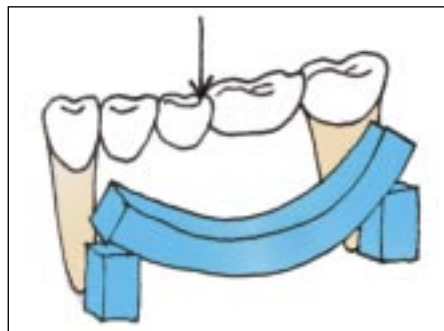
Εικ. 4.6: Όταν μια γέφυρα 3 στοιχείων δέχεται μια δύναμη F , τότε αυτή παραμορφώνεται ελαστικά (λνγίζει).

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

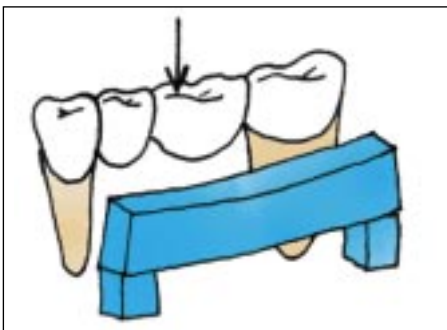
όσο το πάχος της εργασίας μειώνεται, τόσο η κάμψη της θα είναι μεγαλύτερη κατά τις μασητικές καταπονήσεις (εικ. 4.9, 4.10).



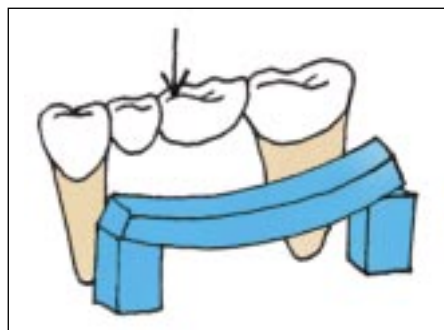
Εικ. 4.7: Όσο το μήκος της γέφυρας αυξάνεται...



Εικ. 4.8: ...τόσο αυξάνεται και η ελαστική παραμόρφωση που παθαίνει.



Εικ. 4.9: Όσο το πάχος της γέφυρας μειώνεται...



Εικ. 4.10: ...τόσο η ελαστική της παραμόρφωση αυξάνεται.

Αυτά τα φαινόμενα συνοψίζονται στο νόμο των δοκών που λέει ότι:

- Η μείωση του πλάτους της δοκού κατά $1/2$ μειώνει την αντοχή της κατά $1/2$.
- Η μείωση του ύψους της δοκού κατά $1/2$ μειώνει την αντοχή της στο $1/8$.
- Διπλασιασμός του μήκους της δοκού, μειώνει την αντοχή της στο $1/8$.

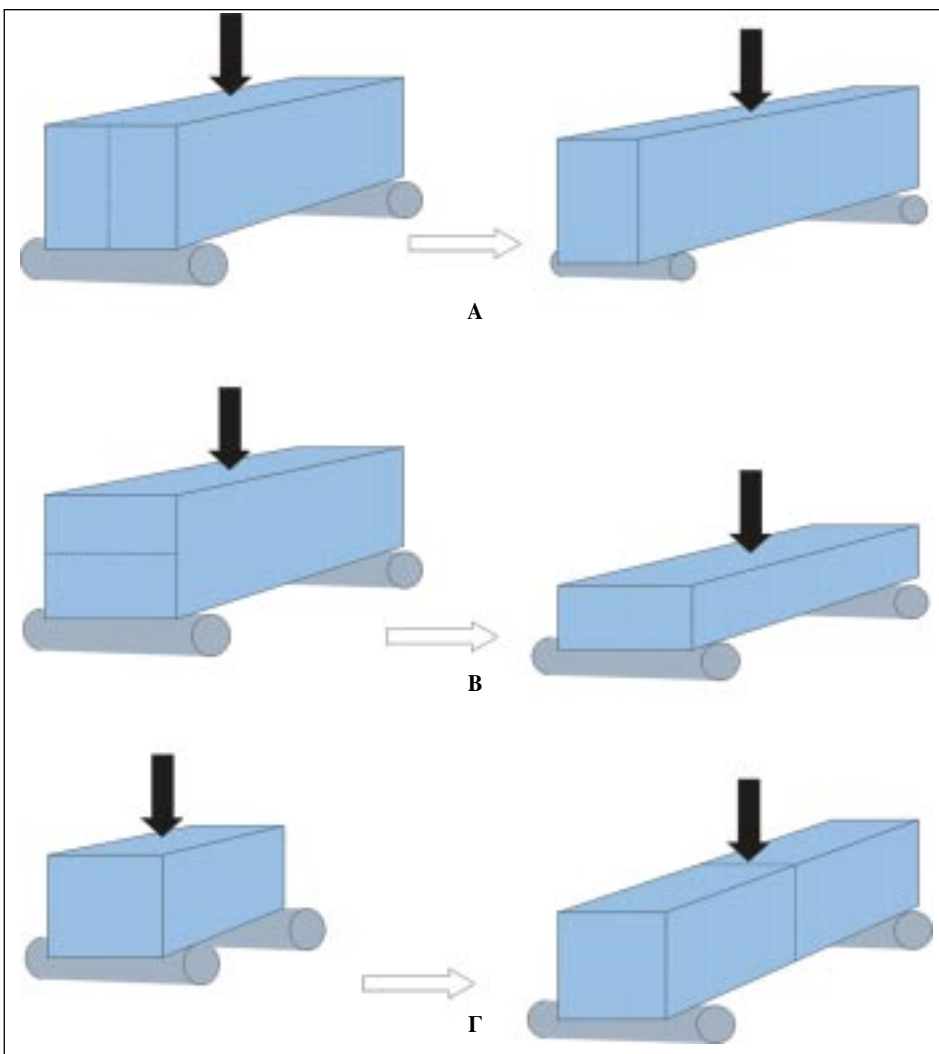
Οι συσχετίσεις που παρατηρούνται στο νόμο των δοκών δείχνονται στην εικόνα 4.11.

Δεν είναι υπερβολή εάν θεωρήσουμε πως η αντοχή της μεταλλοκεραμικής εργασίας εξαρτάται κυρίως από την αντοχή του μεταλλικού σκελετού, ιδιαίτερα στις γέφυρες. Αυτή η αντοχή σχετίζεται βασικά με τις εξής παραμέτρους:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

- Τον τύπο του κράματος.
- Το περίγραμμα των στηριγμάτων, δηλαδή το πόσο ψηλά και φαρδιά είναι.
- Τη σχεδίαση της μεταλλοκεραμικής εργασίας.

Η τελευταία παράμετρος είναι και το θέμα αυτού του κεφαλαίου και θα την εξετάσουμε αναλυτικά.



Εικ. 4.11: Ο νόμος των δοκών: (Α) Μείωση του πλάτους του γεφυρώματος κατά $1/2$ μειώνει την αντοχή του κατά $1/2$. (Β) Μείωση του ύψους του γεφυρώματος κατά $1/2$ ελαττώνει την αντοχή του στο $1/8$. (Γ) Διπλασιασμός του μήκους του γεφυρώματος, μειώνει την αντοχή του στο $1/8$.



4.3 Γενικοί κανόνες σχεδίασης μεταλλικού σκελετού

Εκτός από το κράμα επιλογής η σωστή σχεδίαση είναι καθοριστική για την επιτυχία. Είναι αλήθεια πως η εργασία θα κατασκευαστεί στο περίγραμμα των δοντιών-στηριγμάτων που διαμόρφωσε με το τρόχισμα ο οδοντίατρος. Ανεξάρτητα όμως από αυτό, η σχεδίαση του μεταλλικού σκελετού διέπεται από κάποιες αρχές που πρέπει να γνωρίζει και να εφαρμόζει ο οδοντοτεχνίτης.

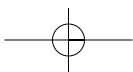
A. ΥΨΗΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

Ο σκελετός πρέπει να ικανοποιεί τόσο τις μηχανικές όσο και τις αισθητικές απαιτήσεις. Η μηχανική απαιτεί τον σκελετό όσο πιο παχύ γίνεται, ενώ η αισθητική όσο πιο λεπτό είναι δυνατόν. Ένας λεπτός σκελετός θα ήταν και εύκαμπτος. Η ευκαμψία όμως στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι επιθυμητή, γιατί αυτό που χρειάζεται μια ακίνητη προσθετική αποκατάσταση είναι η αντίσταση στην παραμόρφωση. Η αντίσταση αυτή υποδηλώνει πως ο σκελετός δε στρεβλώνει και δε λυγίζει, δηλαδή δεν αλλάζει σχήμα. Τα μοντέρνα κράματα που χρησιμοποιούνται στην προσθετική εμφανίζουν υψηλή μηχανική αντοχή και προσδίδουν την απαραίτητη αντίσταση. Ειδικά όμως για τα γεφυρώματα και τους συνδέσμους των γεφυρών πρέπει να εφαρμόζεται ο νόμος των δοκών, από τον οποίο συνάγεται πως η μείωση του όγκου του μεταλλικού σκελετού πρέπει να γίνεται κατά πλάτος (παρειογλωσσικά) και όχι καθ' ύψος (αυχενομασητικά).

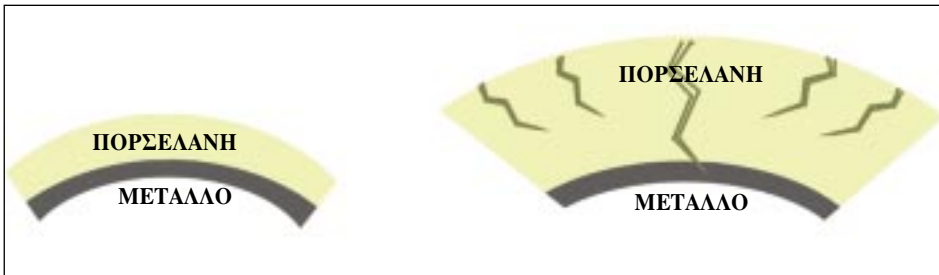
B. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΣΥΣΤΟΛΗΣ

Γνωρίζουμε ότι, αν θερμανθεί ένα υλικό θα αυξηθούν το μήκος και ο όγκος του. Το μέταλλο κατά τη χύτευση βρίσκεται σε διαστολή. Επειδή το μέταλλο κατά την ψύξη συστέλλεται γρηγορότερα και περισσότερο από την πορσελάνη (στο μεταλλοκεραμικό σύμπλεγμα), θα ασκηθούν αντίθετες δυνάμεις στα δύο υλικά: συμπίεση στην πορσελάνη και εφελκυσμός στο μέταλλο. Όταν όμως αυξάνεται το πάχος της πορσελάνης τότε στα εξωτερικά της στρώματα αναπτύσσονται δυνάμεις εφελκυσμού, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρωγμών που καταλήγουν σε θραύση ακόμη και ύστερα από μικρή μηχανική επιβάρυνση κατά τη μάσηση (εικ 4.12).

Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως ένα λεπτό στρώμα κεραμικού είναι ίσως ανθεκτικότερο από ένα πιο παχύ. Το επιθυμητό είναι να τοποθετούνται στρώματα πορσελάνης, όπως αδιαφανούς οδοντίνης, αδαμαντίνης και εφυάλωσης, με



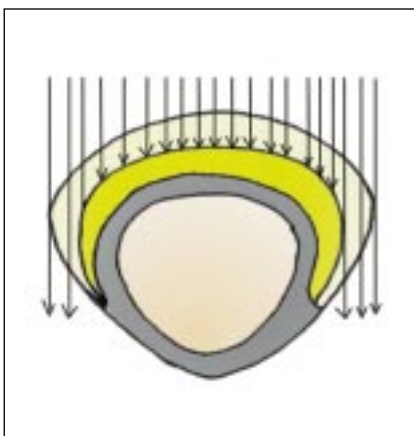
διαδοχικά ελαφρά χαμηλότερους συντελεστές θερμικής διαστολής έτσι, ώστε τα φαινόμενα εφελκυσμού να έχουν μικρότερη ένταση στις θερμοκρασιακές αλλαγές.



Εικ. 4.12: Ένα λεπτό στρώμα πορσελάνης είναι ανθεκτικότερο από ένα παχύτερο: στο δεύτερο αναπτύσσονται δυνάμεις εφελκυσμού που προξενούν ρωγμές.

Γ. Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ

Η πορσελάνη έχει την ιδιότητα να επιτρέπει τη διέλευση και τη διάχυση του φωτός από τη μάζα της και αυτό αποτελεί το αισθητικό πλεονέκτημά της έναντι των άλλων υλικών. Πρέπει λοιπόν ο μεταλλικός σκελετός να μη διακρίνεται κάτω από την επικάλυψη πορσελάνης, ιδιαίτερα στις όμορες και κοπτικές περιοχές, όπου και παρεμποδίζει τη διέλευση του φωτός, προκαλώντας έτσι αισθητικό πρόβλημα (εικ. 4.13). Με κατάλληλη σχεδίαση επιτυγχάνεται μίμηση της διαφάνειας της αδαμαντίνης τόσο στις στεφάνες όσο και στις γέφυρες.



Εικ. 4.13: Όταν ο μεταλλικός σκελετός δεν εκτείνεται στις όμορες επιφάνειες, τότε δεν ανακόπτεται η διέλευση του φωτός μέσα από τη μάζα της πορσελάνης.



Δ. ΣΕΒΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΝΤΙΟΥ

Η αρχή αυτή σχετίζεται αρχικά με την ακριβή επέκταση των ορίων του μεταλλικού σκελετού μέχρι τα αυχενικά όρια παρασκευής του δοντιού, χωρίς να επεκτείνεται ή να υπολείπεται από αυτά. Στην πρώτη περίπτωση θα πιέζει τους περιοδοντικούς ιστούς προκαλώντας συνεχές τραύμα και φλεγμονή, ενώ στη δεύτερη δε θα προστατεύει εμφαντικά το δόντι. Αλλά και η σωστή λείανση του αυχενικού ορίου παίζει σημαντικό ρόλο καθώς είναι μεγαλύτερη η φλεγμονή γύρω από αδρά και ανώμαλα όρια.

Παλιότερα υπήρχε η αντίληψη πως η φλεγμονή οφείλεται σε μηχανικό ερεθισμό που προξενούν οι ανώμαλες επιφάνειες στα ούλα. Τώρα όμως έχει αποδειχθεί πως οφείλεται στην αυξημένη εναπόθεση οδοντικής πλάκας και τρυγίας (πέτρας), που ευνοούν οι μικροεσοχές των αδρών ορίων.

4.4 Κανόνες σχεδίασης στεφανών

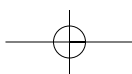
Ο μεταλλικός σκελετός μιας στεφάνης είναι ένα σημαντικό τμήμα της, καθώς καλείται να αντισταθμίσει όλα τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά της πορσελάνης που θα τον καλύψει. Έτσι, τόσο οι ιδιότητες του κράματος επιλογής όσο και η κατάλληλη σχεδίαση θα πρέπει να εξασφαλίζουν την αντοχή της πορσελάνης στις δυνάμεις εφελκυσμού και διάτμησης. Επίσης, ο σκελετός θα πρέπει να εξασφαλίζει σωστή εφαρμογή της στεφάνης στο δόντι και να μην παρεμβαίνει στο αισθητικό αποτέλεσμα. Παρ' όλ' αυτά η σημασία του πολλές φορές παραβλέπεται.

Για να ικανοποιήσουμε όμως αυτές τις απαιτήσεις πρέπει να δώσουμε σημασία στα παρακάτω κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των στεφανών, που θα εξετάσουμε αναλυτικά:

1. Το σχήμα του μεταλλικού σκελετού.
2. Το πάχος του μεταλλικού σκελετού και της κεραμικής κάλυψης.
3. Τις θέσεις των συγκλεισιακών και μεσοδόντιων επαφών.
4. Την έκταση της επίστρωσης πορσελάνης.
5. Τη σχεδίαση των ορίων της.

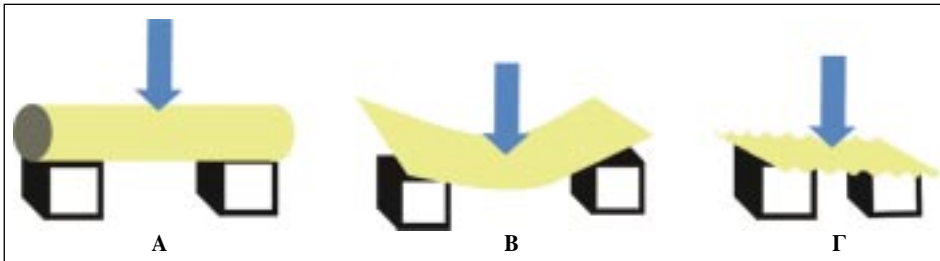
4.4.1 Το σχήμα του μεταλλικού σκελετού

Το πιο σημαντικό στοιχείο που επηρεάζει την αντίσταση ενός υλικού στην παραμόρφωση είναι το σχήμα του. Έτσι, για παράδειγμα, το σχήμα που θα δο-



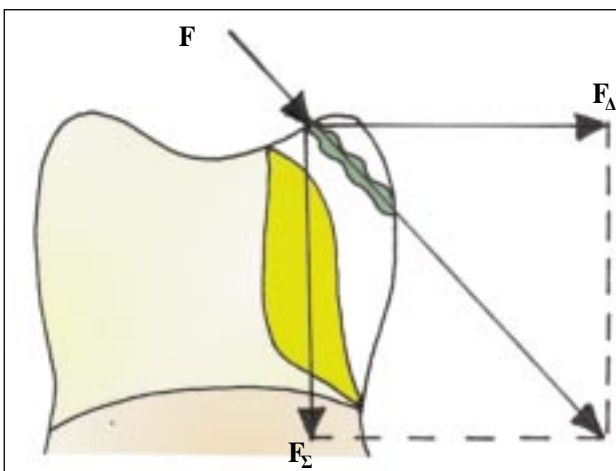
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

θεί στο χρυσόγραμμα σε σχέση με τις δυνάμεις που θα δεχθεί έχει μεγαλύτερη σημασία από το πάχος ή ακόμη και από τη σκληρότητά του. Στην εικόνα 4.14 βλέπουμε πώς φύλλο χρυσού ίδιου πάχους αντέχει μεγαλύτερο βάρος, παρουσιάζει δηλαδή αυξημένη αντοχή στην παραμόρφωση εξαιτίας του ιδιαίτερου σχήματος. Έτσι, το σχήμα βοηθά στην άμβλυνση των τάσεων της μάσησης, ανακουφίζοντας την πορσελάνη από υπερβολική άσκηση δύναμης.



Εικ. 4.14: Ισοπαχή φύλλα χρυσού. Τα σχήματα *A* (σωλήνας) και *Γ* (κυματιστό) εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή στην παραμόρφωση από ότι το *B*.

Θα πρέπει λοιπόν να δοθεί προσοχή ώστε ο σκελετός να έχει σχήμα ανάλογο της τελικής μορφής της στεφάνης, για να δρα ως διανομέας δυνάμεων προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι θα ακολουθεί και θα υποστηρίζει τόσο τα φύματα όσο και τις κοπτικές γωνίες, βοηθώντας την πορσελάνη να αντισταθεί στις δυνάμεις διάτμησης. Η εικόνα 4.15 δείχνει πώς μία λανθασμένη σχεδίαση οδηγεί σε θραύση της κεραμικής μάζας.

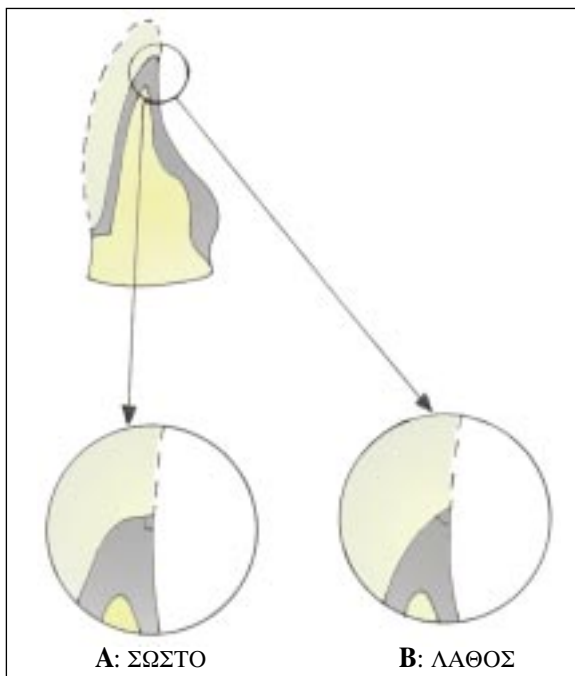


Εικ. 4.15: Ο μεταλλικός σκελετός δεν υποβαστάζει το κεραμικό φύμα το οποίο σπάει από τη δύναμη διάτμησης (F_{Δ}).

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Οι επιφάνειες του σκελετού που θα δεχθεί την πορσελάνη θα πρέπει να είναι λείες, χωρίς οξύαιχμες γωνίες, ανωμαλίες, υποσκαφές ή οπές, οι οποίες δρουν ως τοπικές εστίες συγκέντρωσης δυνάμεων. Το αποτέλεσμα θα ήταν η ελαστική παραμόρφωση του μετάλλου στη συγκεκριμένη περιοχή και τελικά η πρόκληση αποφολίδωσης (ξεφλούδισμα) ή θραύσης του κεραμικού. Εάν παρ' όλ' αυτά δεν είναι δυνατό να αποφύγουμε σε κάποια επιφάνεια κάποια έντονη εξοχή, τότε είναι προτιμότερο να δημιουργήσουμε κοντά σε αυτήν και άλλες επιπρόσθετες ανωμαλίες παρόμοιου σχήματος, αφού έχει βρεθεί πως μεμονωμένες εξοχές του σκελετού έχουν για την πορσελάνη δυσμενέστερες συνέπειες.

Τόσο στις πρόσθιες όσο και στις οπίσθιες αποκαταστάσεις πρέπει να δοθεί προσοχή σε ένα ιδιαίτερο κατασκευαστικό χαρακτηριστικό του αποληκτικού ορίου μετάλλου-πορσελάνης. Στο όριο αυτό η ένωση μετάλλου-πορσελάνης θα πρέπει να είναι κάθετη στην εξωτερική επιφάνεια της στεφάνης και ποτέ υπό γωνία. Στη δεύτερη περίπτωση αυξάνει κατά πολύ ο κίνδυνος αποφολίδωσης (ξεφλούδισμα) της πορσελάνης από τη συγκέντρωση δυνάμεων στην ένωση αλλά και από την έκθεση της πορώδους αδιαφανούς πορσελάνης στο στοματικό περιβάλλον (εικ. 4.16).



Εικ. 4.16: Στο αποληκτικό όριο η ένωση μετάλλου-πορσελάνης πρέπει να είναι κάθετη στην εξωτερική επιφάνεια της στεφάνης (Α) και όχι υπό γωνία (Β).



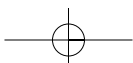
4.4.2 Το πάχος του μεταλλικού σκελετού και της κεραμικής κάλυψης

Το πάχος του **μεταλλικού σκελετού** των περιοχών που θα καλυφθούν από πορσελάνη εξαρτάται από το κράμα που θα χρησιμοποιηθεί. Γενικά, ως ελάχιστο όριο ορίζεται το πάχος των 0,3mm. Αυτό μπορεί να μειωθεί σε 0,2mm ή και λιγότερο, όταν πρόκειται για βασικό κράμα. Ωστόσο, πολλά από τα κράματα αυτά καλύπτονται από σκουρόχρωμα οξειδία. Για να καλυφθεί ο αισθητικός τους τόνος, είναι απαραίτητη η αύξηση του πάχους της αδιαφανούς πορσελάνης. Για τα κράματα του χρυσού το ελάχιστο πάχος είναι προτιμότερο να αυξηθεί σε 0,5mm, ενώ για τα κράματα παλλαδίου θα χρησιμοποιηθούν ενδιάμεσες τιμές πάχους. Πάντως πρέπει να έχουμε υπόψη μας πως δεν υπάρχει ανώτατο όριο πάχους—καλύτερα—το ανώτατο όριο το ορίζει η αισθητική απόδοση της κατασκευής. Όταν, για παράδειγμα, έχει χαθεί η ακεραιότητα ενός δοντιού εξαιτίας τερηδόνας ή κατάγματος, ο σκελετός μπορεί να έχει πάχος 2 ή και 3mm. Γι' αυτό και η ποσότητα του μετάλλου που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται με απώτερο στόχο το ισοπαχές και ομοιόμορφο στρώμα της υπερκείμενης πορσελάνης.

Το πάχος της **πορσελάνης** πρέπει και αυτό να διατηρηθεί στο ελάχιστο, δίνοντας όμως αισθητικό αποτέλεσμα. Είναι γνωστό πως η αύξηση του πάχους της πορσελάνης μειώνει την αντοχή της, ενώ ένα λεπτό και ομοιόμορφο στρώμα είναι πιο ανθεκτικό. Ιδανικό πάχος δεν υπάρχει—άλλωστε ποικίλλει ανάλογα με τη θέση—ωστόσο, το επιθυμητό είναι γύρω στο 1mm. Ως απόλυτα κατώτατο όριο δίνεται πάχος 0.7mm και ανώτερο 2mm. Επιπλέον η κεραμική μάζα δεν υποστηρίζεται επαρκώς και αντιμετωπίζουμε κίνδυνο καταγμάτων της. Για μεταλλοκεραμικές εργασίες που χρειάζονται μεγαλύτερη διαφάνεια, η αύξηση του μέσου πάχους της πορσελάνης είναι απαραίτητη. Γι' αυτό και στο κοπτικό τριτημόριο των προσθίων δοντιών το πάχος αυξάνει ελαφρά σε 1,2–1,5mm.

Σημασία πρέπει να δοθεί και στην *ομοιομορφία του πάχους*. Αισθητικά η ανομοιομορφία συνεπάγεται διαφορά στη διαφάνεια άρα και στη χρωματική απόδοση ακόμη και στην επιφάνεια μίας και μόνης στεφάνης. Αλλά και κατασκευαστικά η ομοιομορφία του πάχους συντελεί στην ομοιόμορφη απόψυξη του κεραμικού χωρίς εσωτερικές τάσεις και κίνδυνο ρωγμών.

Συνοψίζοντας, το ολικό πάχος της μεταλλοκεραμικής καθορίζεται σε 1,2–1,3 mm, ενώ σε περίπτωση κοπτικού τριτημορίου αυξάνει σε 1,5–1,6 mm. Πάντως,





όπου είναι εφικτό, η αύξηση του ολικού πάχους είναι επιθυμητή. Κατά την κατασκευή της στεφάνης το πάχος στις διάφορες περιοχές της καταγραφής ελέγχεται με συνεχή παχυμέτρηση με τη βοήθεια ειδικού εργαλείου (εικ. 8.4).

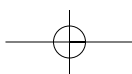
4.4.3 Θέσεις συγκλεισιακών και μεσοδόντιων επαφών

Η παράγραφος αυτή ουσιαστικά θα απαντήσει στο εξής ερώτημα: θα πρέπει οι συγκλεισιακές και οι μεσοδόντιες επαφές να γίνονται σε μέταλλο ή σε πορσελάνη;

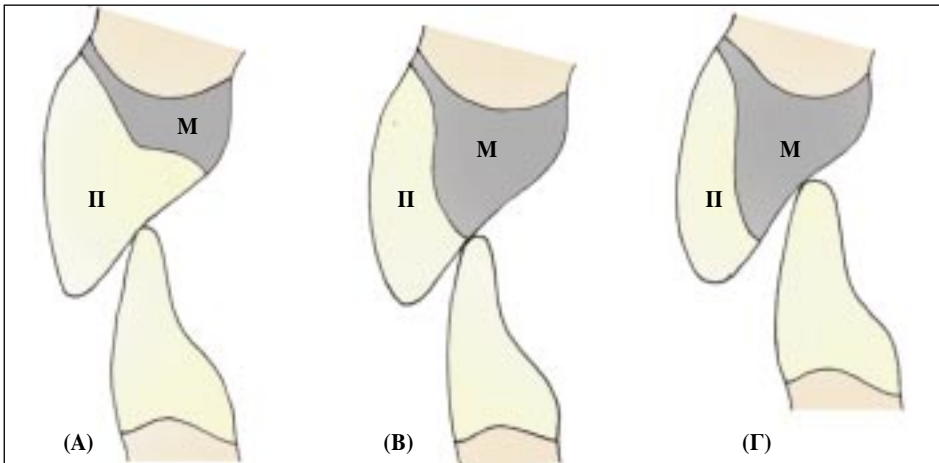
Σε ότι αφορά τις **συγκλεισιακές επαφές**, το πρώτο σημείο που γίνεται αντιληπτό είναι ότι, για να υπάρξει επαφή σε μέταλλο, θα χρειαστεί χώρος 1–1,5 mm. Διάκενο 2mm για οπίσθια δόντια είναι απαραίτητο, προκειμένου η επαφή να γίνει σε πορσελάνη, ενώ για πρόσθια 1,5mm είναι αρκετό.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί πως η πορσελάνη λόγω της μεγάλης σκληρότητας της θα προκαλέσει αποτριβή στην επιφάνεια των ανταγωνιστών δοντιών είτε πρόκειται για φυσική αδαμαντίνη, είτε για αμάλαμα, σύνθετη ρητίνη ή χυτή αποκατάσταση χρυσού. Μάλιστα, η αποτριπτική της ικανότητα υπολογίζεται μέχρι και 40 φορές μεγαλύτερη από αυτή του χρυσού. Αυτό είναι ένα σημείο που, εκτός από τον οδοντίατρο, πρέπει να ενδιαφέρει και τον οδοντοτεχνίτη. Έτσι, σωστό είναι οι συγκλεισιακές επαφές να δημιουργούνται πάνω σε μέταλλο όταν αυτό είναι δυνατόν αλλιώς, ας τοποθετούνται σε πορσελάνη. Εκείνο όμως που πρέπει να αποφεύγεται είναι να παρατηρούνται συγκλεισιακές επαφές επάνω ή κοντά στην ένωση μετάλλου–πορσελάνης. Μάλιστα, πρέπει να προσεχθεί ώστε οι επαφές να απέχουν 1,5 ή –καλύτερα– 2 mm από την ένωση (εικ. 4.17). Τέλος, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε να μην παρατηρείται διάδρομή των ανταγωνιστών κατά μήκος της ένωσης μετάλλου–πορσελάνης, όσο αυτό, βέβαια, είναι δυνατόν. Με άλλα λόγια οι ανταγωνιστές κατά τις κινήσεις της γνάθου δεν πρέπει να γλιστρούν κατά μήκος αυτής της ένωσης.

Σε ό,τι αφορά τις **μεσοδόντιες επαφές**, στα πρόσθια δόντια θα πρέπει να βρίσκονται σε πορσελάνη. Σε ορισμένες περιπτώσεις–όπου η αισθητική το απαιτεί–σε πορσελάνη θα πρέπει να βρίσκονται και οι εγγύς μεσοδόντιες επαφές οπισθίων δοντιών. Όταν ο μεταλλικός σκελετός εκτείνεται ως τις μεσοδόντιες θέσεις, τότε έχουμε απώλεια της αδιαφάνειας και δημιουργία σκοτεινών χρωμών περιοχών. Οι άπω μεσοδόντιες επαφές των οπισθίων δοντιών μπορούν να είναι μεταλλικές, αν και τεχνικά η προσθήκη πορσελάνης είναι πιο εύκολη



και γρήγορη από την συγκόλληση μετάλλου σε δεύτερο χρόνο. Πάντως, σε περίπτωση που οι μεσοδόντιες επαφές γίνονται με πορσελάνη, πρέπει η κατάλληλη σχεδίαση του υποκειμένου σκελετού να τις υποβαστάζει.



Εικ. 4.17: Συγκλεισιακές επαφές μεταλλοκεραμικών εργασιών σε πρόσθια δόντια: (Α) σύγκλειση σε πορσελάνη, (Β) συγκλεισιακή επαφή στο όριο μετάλλου-πορσελάνης, (Γ) σύγκλειση πάνω στη μεταλλική επιφάνεια. Ο δεύτερος τύπος επαφής είναι καλό να αποφεύγεται (Μ: Μέταλλο, Π: Πορσελάνη).

4.4.4 Η έκταση της επίστρωσης πορσελάνης

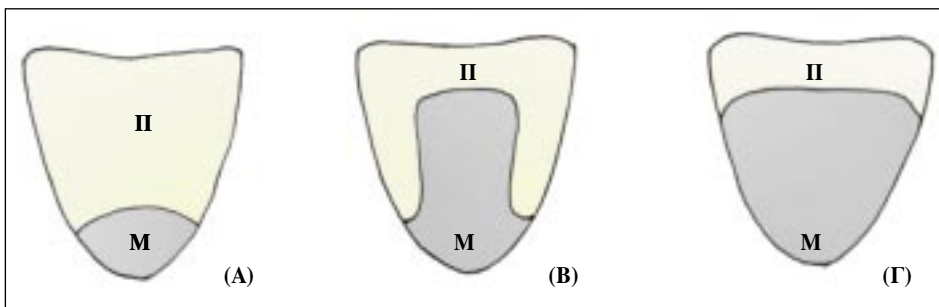
Η έκταση του σκελετού που θα καλύπτεται από πορσελάνη ποικίλλει ανάλογα με την περίπτωση και εξαρτάται από:

1. Τις αισθητικές απαιτήσεις της περίπτωσης.
2. Τη διάταξη των δοντιών στα οδοντικά τόξα και ιδιαίτερα από τη θέση του δοντιού που θα δεχθεί τη στεφάνη.
3. Τις συγκλεισιακές σχέσεις με τους ανταγωνιστές.
4. Τις διαστάσεις των δοντιών.

Όταν πρόκειται να αποκαταστήσουμε *πρόσθια δόντια* και ειδικά της άνω γνάθου, τότε ασφαλώς το μεγαλύτερο ρόλο παίζει η αισθητική. Έτσι υπονοείται πως η χειλική (προστοματική) επιφάνεια θα είναι καλυμμένη από πορσελάνη. Άλλωστε, αυτή η επιφάνεια σε φυσιολογική σύγκλειση δέχεται τις λιγότερες δυνάμεις. Οι διαφορές στη σχεδίαση της επίστρωσης αφορούν κυρίως στη γλωσσική επιφάνεια. Η εικόνα 4.18 δείχνει κάποιους βασικούς τρόπους επίστρωσης της γλωσσικής επιφάνειας, χωρίς αυτό, βέβαια, να απαγορεύει πα-

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

ραλλαγές. Εύκολα γίνεται αντιληπτό πως η πιο «αισθητική» σχεδίαση είναι η Α, αφού και η γλωσσική επιφάνεια καλύπτεται από πορσελάνη. Συγκλεισιακά, όμως, είναι καλύτερα οι επαφές να βρίσκονται σε μέταλλο και από αυτή την άποψη οι σχεδιασμοί Β και Γ υπερτερούν. Όταν οι επαφές εμφανίζονται στο κοπτικό ημιμόριο, τότε η πορσελάνη μπορεί να εκταθεί σε όλη τη γλωσσική επιφάνεια και η σύγκλειση να γίνεται σε πορσελάνη (εικ. 4.17 (Α)). Όταν όμως η επαφή εμφανίζεται στο αυχενικό ημιμόριο της στεφάνης, τότε είναι προτιμότερο να επιλέγουμε σύγκλειση σε μέταλλο (εικ. 4.17 (Γ)).

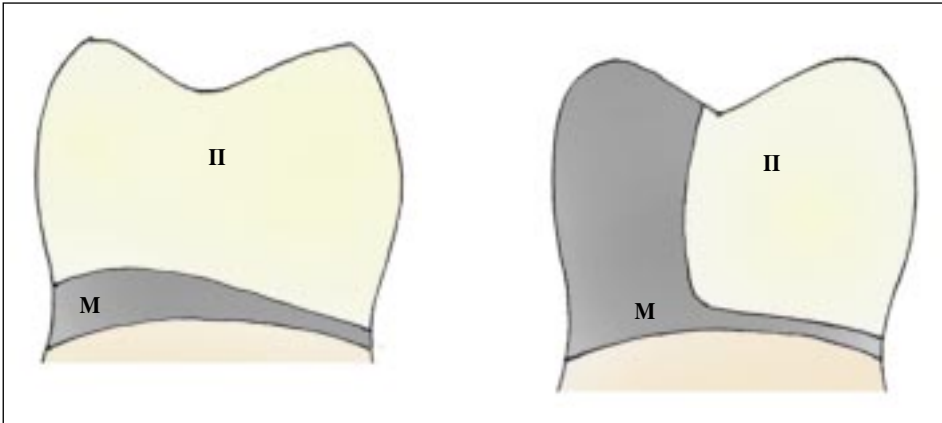


Εικ. 4.18: Τρεις βασικοί σχεδιασμοί κάλυψης της γλωσσικής επιφάνειας με πορσελάνη. Μόνο οι σχεδιασμοί Α και Β επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός στις όμορες επιφάνειες και συνεπώς, υπερτερούν αισθητικά, (Μ: Μέταλλο, Π: Πορσελάνη).

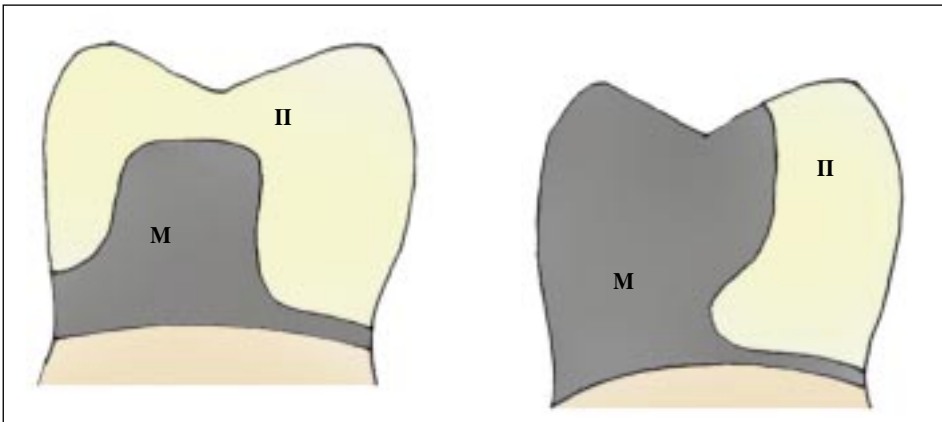
Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν για την αισθητική στις γενικές αρχές σχεδίασης ενός μεταλλικού σκελετού, είναι φανερό πως μόνο οι σχεδιάσεις Α και Β της εικόνας 4.18 επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός στις όμορες περιοχές και συνεπώς αυτές οι σχεδιάσεις υπερτερούν αισθητικά και οπωσδήποτε επιλέγονται για πρόσθια δόντια.

Στην αποκατάσταση οπισθίων δοντιών ακολουθούμε τις ίδιες αρχές, αν και υπάρχει μεγαλύτερη ελευθερία αφού οι αισθητικές απαιτήσεις είναι μικρότερες. Έτσι, υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα τοποθέτησης των συγκλεισιακών επαφών σε μέταλλο. Η εικόνα 4.19 δείχνει κάποιους βασικούς τρόπους κάλυψης οπισθίων δοντιών. Η σχεδίαση Α της εικόνας θα επιλεγεί, όταν ιδιαίτερες αισθητικές απαιτήσεις την επιβάλουν. Στην εικόνα 4.20 φαίνονται παραλλαγές των ίδιων σχεδιάσεων με μεταλλικές μεσοδόντιες επαφές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ



Εικ. 4.19: Κάλυψη με πορσελάνη του μεταλλικού σκελετού οπισθίων δοντιών. Οι μεσοδόντιες επαφές βρίσκονται σε πορσελάνη, (Μ: Μέταλλο, Π: Πορσελάνη).



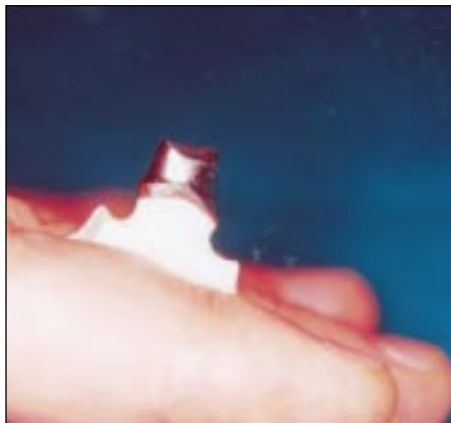
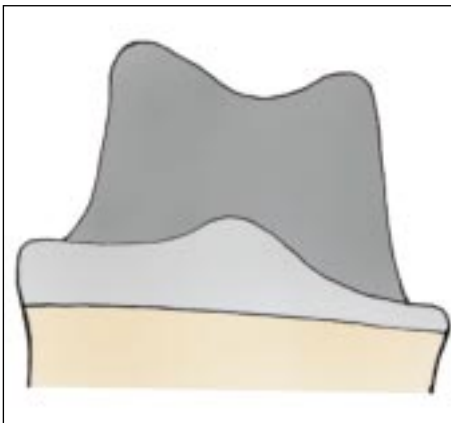
Εικ. 4.20: Η κάλυψη πορσελάνης έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε οι μεσοδόντιες επαφές να βρίσκονται σε μέταλλο, (Μ: Μέταλλο, Π: Πορσελάνη).

4.4.5 Σχεδίαση των ορίων της στεφάνης

Στις ακίνητες αποκαταστάσεις ιδιαίτερη σημασία έχει η καλή εφαρμογή στον αυχένα, αφού αντιπροσωπεύει το βιολογικό φραγμό του στηρίγματος. Ιδιαίτερα στη μεταλλοκεραμική, όπου οι αισθητικές απαιτήσεις είναι αυξημένες, χρειάζεται καλή σχεδίαση των ορίων της στεφάνης. Δεν είναι σπάνια η εμφάνιση ρωγμών του αυχενικού τριτημορίου της πορσελάνης εξαιτίας των δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά τη συγκόλληση και την ελαστικότητα του λεπτού μεταλλικού σκελετού του αυχένα.

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Έτσι, σαν αντίσταση στις δυνάμεις που προξενούν την αυχενική παραμόρφωση, ενισχύεται το αυχενικό όριο του μεταλλικού σκελετού με το σχηματισμό ενός κολάρου (σιρίτι) περιφερικά (εικ.4.21). Ένα μηχανικό ανάλογο της λειτουργίας του σιριτιού είναι το άνω χείλος των πλαστικών ποτηριών μιας χρήσης που έχει υποστεί κάμψη. Το σιρίτι αυτό δίνει την απαραίτητη αντοχή στην παραμόρφωση στα όρια της στεφάνης, όμως είναι ιδιαίτερα αντιαισθητικό. Προσπάθειες να καλυφθεί με υποουλική τοποθέτηση προξένησαν έντονα περιοδοντικά προβλήματα. Έτσι, έγινε προσπάθεια να καλυφθεί το σιρίτι με πορσελάνη και, για να μην αυξηθεί υπερβολικά το αυχενικό πάχος της στεφάνης, προτάθηκαν διάφοροι σχεδιασμοί, ώστε να μειωθεί το πάχος του σιριτιού. Αυτοί, βέβαια, οι σχεδιασμοί αναγκαστικά υπαγορεύονται και ακολουθούν την ανατομικότητα της παρασκευής του δοντιού που έχει γίνει στο οδοντιατρείο.



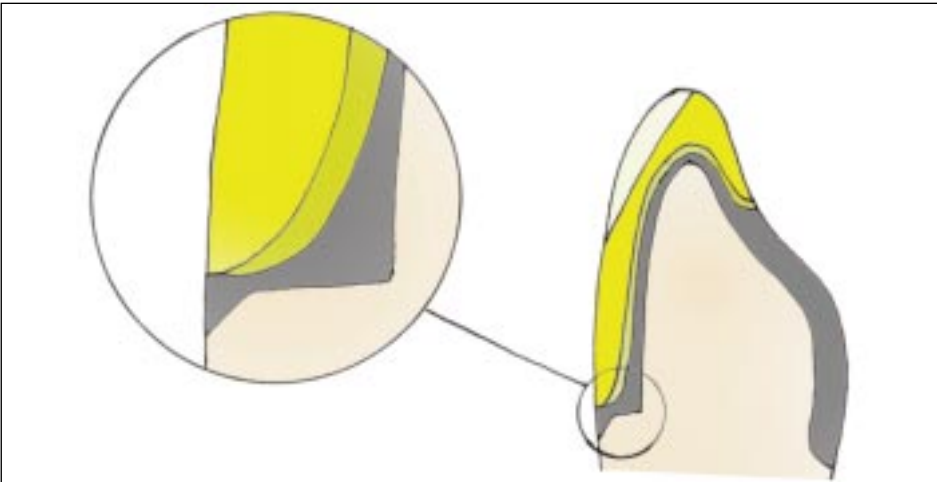
Εικ. 4.21: Ενίσχυση των ορίων του μεταλλικού σκελετού με την κατασκευή του κολάρου (σιρίτι).

Οι πιο συνηθισμένοι σχεδιασμοί αυχενικών ορίων είναι:

Α. ΛΟΞΟΤΟΜΗΜΕΝΟ ΒΑΘΡΟ 90°

Όταν το κολόβωμα έχει λοξοτομημένο βάθρο, τότε ο μεταλλικός σκελετός πρέπει να συνοδεύεται από ένα σιρίτι με πάχος τουλάχιστον όσο και η λοξοτόμηση (εικ. 4.22). Επειδή το σιρίτι αυτό δεν μπορεί να καλυφθεί από πορσελάνη, χρησιμοποιείται σε περιοχές που η αισθητική δεν είναι η πρώτη προτεραιότητα, όπως οπίσθια δόντια ή γλωσσικές επιφάνειες. Όμως το λοξοτομημένο βάθρο πετυχαίνει εύκολα καλή εφαρμογή και αντέχει στις δυνάμεις παραμόρφωσης.

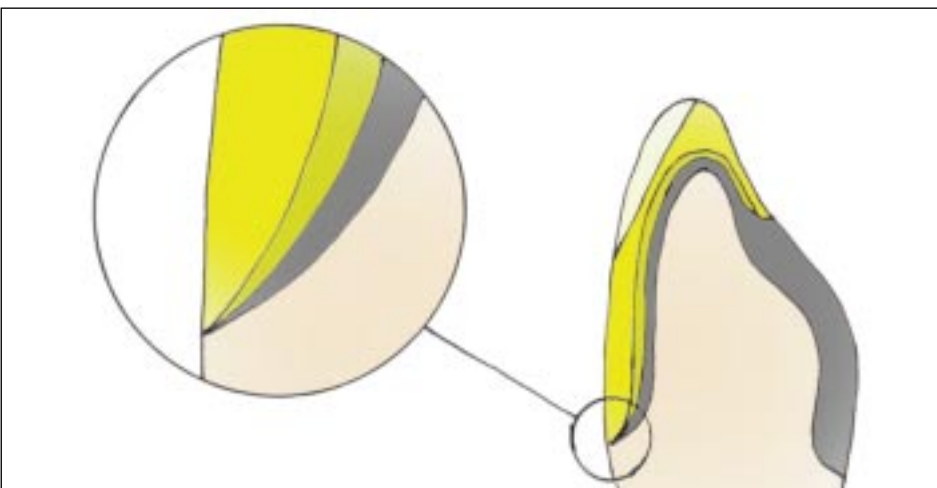
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ



Εικ. 4.22: Λοξοτομημένο βάθρο 90°: παρατηρείστε το αυξημένο πάχος του σιριτιού.

Β. ΤΟΞΟΕΙΔΗΣ ΛΟΞΟΤΟΜΗΣΗ

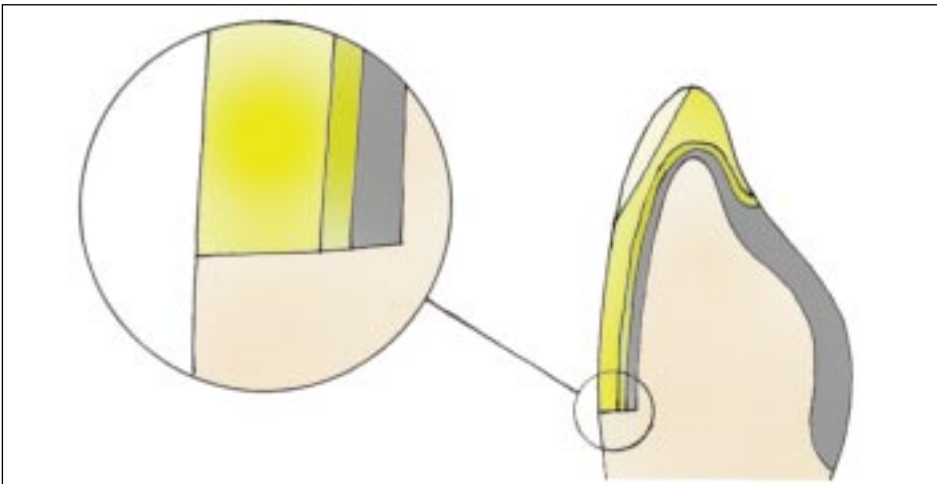
Αυτός ο σχεδιασμός επιτρέπει να καλυφθεί το μεταλλικό σιρίτι από πορσελάνη έτσι, ώστε μόνο ένα μικρό μεταλλικό όριο να είναι ορατό (εικ. 4.23). Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι αισθητικά αποδεκτό ακόμη και σε πρόσθιες περιοχές, φτάνει να γίνει καλή επεξεργασία του κέρινου ομοιώματος και προσεκτική επικάλυψη με πορσελάνη.



Εικ. 4.23: Τοξοειδής λοξοτόμηση: μόνο ένα λεπτό μεταλλικό ανχενικό όριο είναι ορατό.

Γ. ΒΑΘΡΟ 90° ΧΩΡΙΣ ΣΙΡΙΤΙ

Σε αυτή την περίπτωση τόσο η πορσελάνη όσο και ο μεταλλικός σκελετός θα εκταθούν μέχρι το βάθρο (εικ. 4.24). Είναι αναγκαίος ο καλός σχεδιασμός του σκελετού, γιατί θα εξασφαλίσει το απαραίτητο ομοιόμορφο πάχος πορσελάνης στα όρια της στεφάνης.



Εικ. 4.24: Βάθρο 90° χωρίς σιρίτι: η πορσελάνη φθάνει μέχρι το αυχενικό βάθρο.

Το ιδανικό πάχος τής πορσελάνης στην αυχενική αυτή περιφέρεια είναι 0,7–1 mm. Όριο με πάχος πορσελάνης μεγαλύτερο του 1 mm θα πρέπει να αποφεύγεται. Αυτός ο τύπος δίνει πολύ καλά αισθητικά αποτελέσματα, αλλά επαναφέρει το πρόβλημα της πιθανής ελαστικής παραμόρφωσης των μεταλλικών ορίων εξαιτίας της λέπτυνσής τους.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε και τα *ολοκεραμικά όρια*, τα οποία μάλιστα μπορούν να είναι και υπερουλικά σχεδιασμένα. Χάρη στην εμφάνιση νέων, πιο ανθεκτικών τύπων αυχενικής πορσελάνης αυτός ο τρόπος υπόσχεται όλο και καλύτερα αποτελέσματα.

Από άποψη πάντως *προστασίας του περιοδοντίου*, όταν είναι δυνατό, θα πρέπει να προτιμούμε το μεταλλικό σιρίτι στο ύψος των ούλων ή ελαφρά υποουλικά. Αν η χρήση του σιριτιού δεν είναι αποδεκτή για αισθητικούς λόγους, τότε καλύτερα να καταφεύγουμε σε μία άλλη σχεδίαση και όχι υποουλική επέκταση.



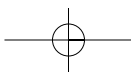
4.5 Κανόνες σχεδίασης γεφυρών

Οι γενικοί κανόνες σχεδίασης που προαναφέρθηκαν εφαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο και στις γέφυρες, Κυρίως, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι:

- i. Είναι αναγκαία αρκετή ποσότητα μετάλλου ώστε να εξασφαλίσουμε *αντοχή στην παραμόρφωση* της κατασκευής μας.
- ii. Η επικάλυψη πρέπει να έχει όσο το δυνατόν πιο *ομοιόμορφο πάχος* για αποφυγή θραύσης της. Το ομοιόμορφο πάχος άλλωστε θα βοηθήσει και αισθητικά, αφού πορσελάνη διαφορετικού πάχους θα δημιουργήσει ποικίλες σκιάσεις, ακόμη και αν πορσελάνη ίδιου χρώματος τοποθετηθεί σε όλα τα δόντια.

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή του σχεδιασμού των επιμέρους στοιχείων μιας γέφυρας, θα αναφερθούμε συνοπτικά στους παράγοντες που ευνοούν τη συγκράτησή της.

1. **Η εφαρμογή των συγκρατημάτων:** Είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που οπωσδήποτε σχετίζεται και με την προπαρασκευή του δοντιού. Μια κακή εφαρμογή θα οδηγήσει, αν όχι σε καταστροφή του δοντιού, τουλάχιστον σε πρόωγη διάλυση της κονίας προσκόλλησης. Άλλωστε, ευνοεί και την κατακράτηση βακτηριακής πλάκας με αποτέλεσμα την προσβολή του περιοδοντίου. Η κακή εφαρμογή μπορεί επίσης να είναι αιτία συσσώρευσης τάσεων που προκαλούν κατάγματα κατά τη συγκόλληση ή και κατά τη μάσηση.
2. **Η αντοχή της κατασκευής:** Η αντοχή της γέφυρας είναι ανάλογη με την έκτασή της αλλά και την αντοχή του κράματος.
3. **Η εσωτερική επιφάνεια των συγκρατημάτων:** Η συνάφεια με το δόντι στήριξης ευνοείται, όταν η εσωτερική επιφάνεια των συγκρατημάτων αδροποιείται ελαφρά.
4. **Η έκταση των γεφυρωμάτων:** Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν για τις μασητικές δυνάμεις, μαζί με την αύξηση του μήκους των γεφυρωμάτων αυξάνει και η δυνατότητα ελαστικής ή μόνιμης παραμόρφωσης ή και η θραύση της γέφυρας.
5. **Ο τύπος της γέφυρας:** Η συμπεριφορά μιας σταθερής γέφυρας είναι από μηχανική άποψη καλύτερη από οποιοδήποτε άλλο τύπο γέφυρας.





4.5.1 Τα συγκρατήματα της γέφυρας

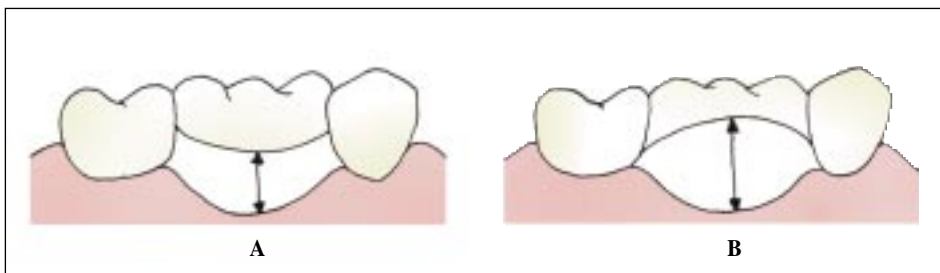
Τα συγκρατήματα ακολουθούν τους κανόνες σχεδίασης των στεφανών. Ωστόσο, επειδή τα πρώτα δέχονται –εκτός από τις μασητικές δυνάμεις– και τις τάσεις από τα γεφυρώματα, θα πρέπει ο μεταλλικός σκελετός να είναι κάπως ισχυρότερος. Γι' αυτό το λόγο στα συγκρατήματα γεφυρών δεν προτιμούμε την ολική κάλυψη με πορσελάνη, ώστε να έχουμε τη δυνατότητα κατασκευής παχύτερου σκελετού. Στην προστομιακή επιφάνεια η πορσελάνη των συγκρατημάτων ενώνεται με αυτή των γεφυρωμάτων σαν ενιαία επικάλυψη.

4.5.2 Τα γεφυρώματα

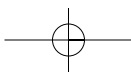
Τα γεφυρώματα διακρίνονται σε είδη **ανάλογα με το σχήμα τους**. Ουσιαστικά όμως η ταξινόμηση στηρίζεται στη σχέση που έχει το γεφύρωμα με τη νωδή φατνιακή ακρολοφία. Έτσι, διακρίνουμε:

1. Το υγιεινό γεφύρωμα

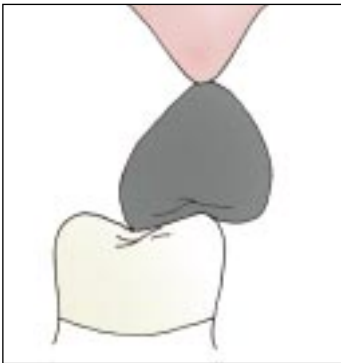
Το γεφύρωμα αυτό δεν έχει επαφή με τη νωδή ακρολοφία. Αντίθετα, διατηρεί μία απόσταση 1 mm ή και περισσότερο (εικ. 4.25). Η σχεδίαση αυτή παρουσιάζει αισθητικά προβλήματα· γι' αυτό και η χρήση της είναι περιορισμένη. Πάντως αφορά σε προσθετική αποκατάσταση κάτω οπισθίων δοντιών. Παρ' όλ' αυτά χρησιμοποιείται ακόμη, διότι θεωρείται η υγιεινότερη, καθώς δε δημιουργεί προβλήματα στη διατήρηση καλής στοματικής υγιεινής. Το αυχενομασητικό πάχος του σκελετού δεν θα πρέπει να είναι λιγότερο από 3 mm. Η αντικριστή στα ούλα επιφάνεια του γεφυρώματος είναι συνήθως κυρτή, αν και παραλλαγές της σχεδίασης αφορούν σε κοίλη κατασκευή.



Εικ. 4.25: Το υγιεινό γεφύρωμα (A) με κυρτή και (B) με κοίλη εσωτερική (αυχενική) επιφάνεια.

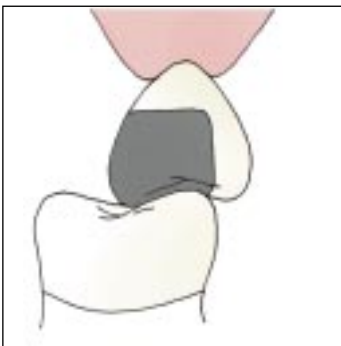


2. Κωνικό - Σφαιρικό γεφύρωμα



Εικ. 4.26: Κωνικό γεφύρωμα.

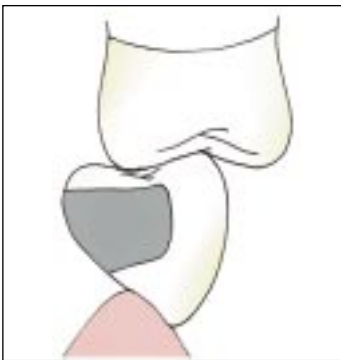
Το κωνικό γεφύρωμα έχει ελάχιστη επαφή με την κορυφή της φατνιακής ακρολοφίας (εικ.4.26). Μετά τον υγιεινό τύπο είναι το πιο καλά ανεκτό από τους μαλακούς ιστούς και καθαρίζεται εύκολα. Ωστόσο, λόγω σχήματος ευνοεί την κατακράτηση τροφών στα τριγωνικά κενά που δημιουργούνται, γεγονός ενοχλητικό. Επίσης, το κωνικό του σχήμα δε συμβαδίζει με τις αισθητικές απαιτήσεις και μερικές φορές τα κενά που δημιουργούνται προκαλούν φωνητικά προβλήματα. Έτσι, η χρήση του περιορίζεται σε οπίσθιες περιοχές.



Εικ. 4.27: Ωοειδές (οβάλ) γεφύρωμα.

Το σφαιρικό γεφύρωμα έχει πιο αποστρογγυλεμένη και εκτενή επαφή με τα ούλα, με αποτέλεσμα να μειώνονται δραστικά τα τριγωνικά κενά. Καθαρίζεται σχετικά εύκολα και σε ευρεία και επίπεδη ακρολοφία δίνει πολύ καλά αισθητικά αποτελέσματα γι' αυτό και χρησιμοποιείται συχνά σήμερα (εικ. 4.27).

3. Γεφύρωμα παραλλαγής εφιππίου



Εικ. 4.28: Γεφύρωμα παραλλαγής εφιππίου.

Ονομάζεται έτσι, επειδή είναι παραλλαγή της σχεδίασης εφιππίου, που δε χρησιμοποιείται πια. Εφιππεύει κατά το ήμισυ στη φατνιακή ακρολοφία και θεωρείται το ιδανικό γεφύρωμα για μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις. Η γλωσσική επιφάνεια παρουσιάζει ελαφριά κυρτότητα, για να μην ευνοεί την κατακράτηση τροφών και οδοντικής πλάκας. Η χειλική (παρειακή) επιφάνεια ακουμπά ελαφρά στην αντίστοιχη επιφάνεια της φατνιακής ακρολοφίας, ενώ η επαφή αυτή δεν πρέπει να εκτείνεται γλωσσικό-

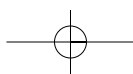


τερα της κορυφής της (εικ. 4.28). Η απουσία επαφής γλωσσικά δίνει στον ασθενή τη δυνατότητα για ικανοποιητικό καθαρισμό, ενώ η επαφή χειλικά καλύπτει τις αισθητικές και φωνητικές απαιτήσεις. Έτσι, αυτός ο τύπος γεφυρώματος είναι ο πιο συχνός σε χρήση σήμερα, κυρίως στις πρόσθιες αισθητικές περιοχές.

Ανεξάρτητα, πάντως, από τον τύπο γεφυρώματος που θα επιλεγθεί, πρέπει να δοθεί σημασία στην πολύ καλή λείανση και στιλβωση των επιφανειών που θα έρθουν σε επαφή με τον βλεννογόνο_ μία αδρή επιφάνεια ερεθίζει τα ούλα, αλλά κατακρατά και τρυγία (πέτρα).

Σε αναφορά με το *πάχος (αυχενομασητικό)* του μεταλλικού σκελετού του γεφυρώματος, το μόνο που πρέπει να σημειώσουμε είναι πως, σε αντίθεση με τα συγκρατήματα (ή τις στεφάνες), δεν υπάρχει συνήθως περιορισμός και συνεπώς επιτυγχάνεται μια ανθεκτική κατασκευή. Όσο για το *πλάτος (παρειογλωσσικά)*, αυτό συνήθως ακολουθεί τις διαστάσεις των παρακείμενων συγκρατημάτων. Ωστόσο, υπάρχει και η άποψη της μείωσης του πλάτους των γεφυρωμάτων στα 2/3 του προβλεπόμενου, χωρίς βέβαια να τεθεί σε κίνδυνο η ακεραιότητα της γέφυρας. Η αφαίρεση γίνεται από τη γλωσσική πλευρά. Ελαττώνεται έτσι η καταπόνηση του γεφυρώματος, αλλά δημιουργούνται προβλήματα στη σύγκλιση και αυξάνεται ο κίνδυνος τραυματισμού των ούλων κατά τη μάσηση.

Η *έκταση της επίστρωσης πορσελάνης* στα γεφυρώματα ποικίλλει ανάλογα με την περίπτωση. Αυτό όμως που δεν πρέπει να ξεχνάμε είναι πως η επίστρωση θα είναι ισοπαχής και θα υποστηρίζεται από το μεταλλικό σκελετό. Για το *πάχος της πορσελάνης και τις θέσεις των συγκλεισιακών επαφών* ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στην αντίστοιχη παράγραφο περί στεφανών. Σημασία κυρίως έχει να μη μειωθεί σε επικίνδυνο βαθμό το πάχος του μετάλλου εξαιτίας της τοποθέτησης της πορσελάνης. Έτσι, για παράδειγμα, αν συντρέχουν λόγοι κάλυψης της μασητικής επιφάνειας ενός οπισθίου γεφυρώματος με πορσελάνη, τότε πιθανώς η επιφάνεια επαφής με τα ούλα θα παραμείνει μεταλλική, για να μην αδυνατίσει πολύ ο μεταλλικός σκελετός. Αυτό εξαρτάται από το αυχενομασητικό ύψος του κάθε γεφυρώματος. Για να έχουμε ακριβή μέτρηση του διαθέσιμου ύψους, θα πρέπει να μην επεμβαίνουμε στις φατνιακές αποφύσεις του εκμαγείου, ώστε να έχουμε τη σωστή απόσταση βλεννογόνου-ανταγωνιστών. Σε εσφαλμένη μέτρηση θα έχουμε κενά ή υπερβολική πίεση στον βλεννογόνο. Είναι αλήθεια, πάντως, πως για την επαφή με τα ούλα προτιμώνται η πορσελάνη και ο καλά στιλβωμένος χρυσός.



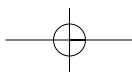


4.5.3 Οι σύνδεσμοι των γεφυρών

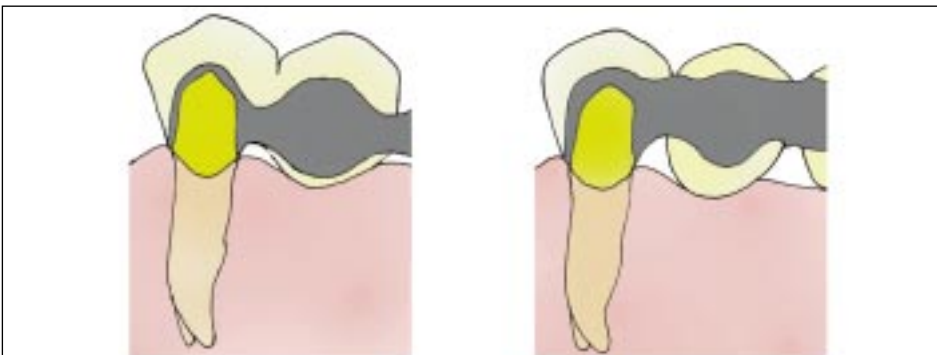
Ανεξάρτητα από τον τύπο συνδέσμου που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει για την κατασκευή του να ακολουθούμε έναν απλό κανόνα: *να εκμεταλλευόμαστε όσο μεγαλύτερη επιφάνεια μπορούμε, χωρίς να παρενοχλούμε τα ούλα και χωρίς να δημιουργούμε αισθητικά προβλήματα*. Ο σύνδεσμος είναι το πιο ευαίσθητο τμήμα μιας γέφυρας· είναι το σημείο που παρατηρούνται οι περισσότερες θραύσεις των ακίνητων εργασιών. Έτσι, το κύριο βάρος θα δοθεί στην αντοχή του συνδέσμου. Μια περιοχή ελαττωμένης αντοχής αρκεί για την καταστροφή όλης της εργασίας. Πρέπει να έχουμε στο νου μας πως μια αλυσίδα αντέχει αναγκαστικά τόσο, όσο ο πιο αδύναμος κρίκος της.

Ο *νόμος των δοκών* ισχύει και στο σχεδιασμό των συνδέσμων. Αυτό σημαίνει πως, αν πρόκειται να ισχυροποιήσουμε ένα σύνδεσμο, αυτό καλύτερα να γίνει κατά την παρειογλωσσική διάσταση. Μία τέτοια ισχυροποίηση θα χρειαστεί, για παράδειγμα, όταν αυξάνει το μήκος της γέφυρας, όσο δηλαδή αυξάνει ο αριθμός των γεφυρωμάτων. Αυτό, βέβαια, ισχύει στις οπίσθιες γέφυρες, όπου και οι μασητικές δυνάμεις ασκούνται σε γενικές γραμμές κατά την αυχενομασητική διεύθυνση. Στα πρόσθια όμως δόντια, που κατά τις προολισθήσεις και πλαγιολισθήσεις δέχονται και χειλεογλωσσικές δυνάμεις, θα πρέπει—όταν κρίνεται αναγκαία κάποια ενίσχυση του συνδέσμου—αυτή να γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις, τόσο χειλεογλωσσικά όσο και αυχενοκοπτικά.

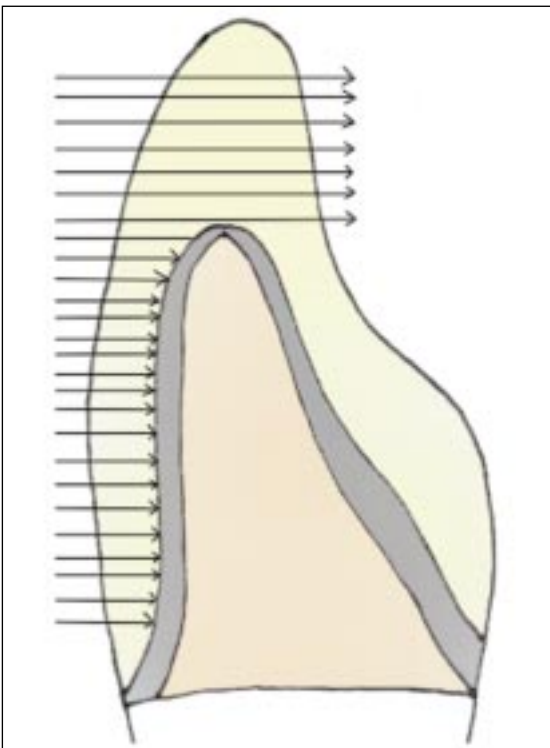
Όσον αφορά τη *μεσοδόντια θέση κατασκευής του συνδέσμου*, αυτή θα πρέπει να εντοπίζεται προς τη μασητική επιφάνεια, όταν πρόκειται για οπίσθιες περιοχές (εικ. 4.29). Αυτή η τοποθέτηση έχει διπλό όφελος: επιτρέπει το σχηματισμό μεσοδόντιων χώρων (τριγώνων) και αυξάνει την ακαμψία της κατασκευής. Αυτή η θέση όμως, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν για την αρχή της αισθητικής στους γενικούς κανόνες σχεδιασμού, όταν πρόκειται για πρόσθιες περιοχές, δεν είναι αποδεκτή, αφού ο μεταλλικός σύνδεσμος θα ανακόπτει τη διέλευση του φωτός. Έτσι, η θέση σύνδεσης μεταφέρεται αυχενικότερα, ώστε να δημιουργείται ένα αποδεκτό αισθητικό αποτέλεσμα (εικ. 4.30).



ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ



Εικ. 4.29: Σε ό,τι αφορά τις οπίσθιες περιοχές η θέση του συνδέσμου τοποθετείται μασητικά για να εννοείται ο σχηματισμός μεσοδόντιων τριγώνων.



Εικ. 4.30: Στις πρόσθιες περιοχές η θέση του συνδέσμου μεταφέρεται ανθεκτικότερα για να επιτρέψει τη διέλευση του φωτός.

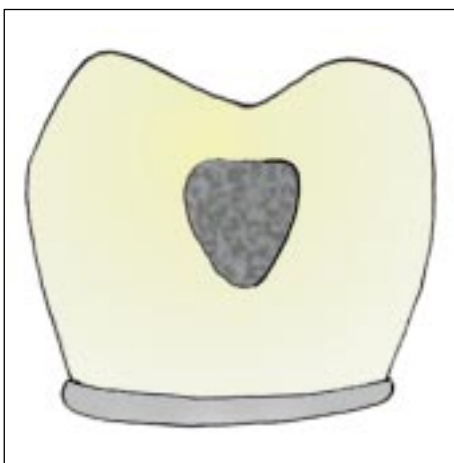
Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε πως το σχήμα της διατομής του συνδέσμου έχει άμεση σχέση με την αντοχή του. Αν χρησιμοποιήσουμε υλικά με χαμηλότερη αντοχή στις δυνάμεις εφελκυσμού από ό,τι στις δυνάμεις συμπίεσης, όπως



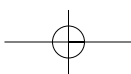
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

για παράδειγμα ο σίδηρος, θα επιλέξουμε συνδέσμους σε σχήμα τραπεζοειδές ή σχήματος T (ταυ). Αντίθετα, αν το υλικό παρουσιάζει παρόμοια αντοχή τόσο στις δυνάμεις συμπίεσης όσο και στις δυνάμεις εφελκυσμού, όπως για παράδειγμα το ατσάλι και τα οδοντιατρικά κράματα, θα επιλεχθούν συμμετρικά σχήματα, όπως το κυκλικό, ωοειδές (οβάλ) ή ο σύνδεσμος σε σχήμα I (γιώτα).

Λόγω τεχνικών δυσκολιών είναι αδύνατο να κατασκευαστούν σύνδεσμοι με διατομή τέτοια, όπως θα απαιτούσαν οι νόμοι της μηχανικής. Γι' αυτό, στόχος είναι η διατομή ενός συνδέσμου να έχει στενόμακρο σχήμα, όπως, για παράδειγμα, ωοειδές (οβάλ) (εικ. 4.31).



Εικ. 4.31: Εγκάρσια διατομή συνδέσμου (περιοχή γκρι χρώματος).



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Κατά τη μάσηση ασκούνται δυνάμεις που είναι δυνατό να προξενήσουν βλάβες στη μεταλλοκεραμική εργασία. Πρόκειται για δυνάμεις συμπίεσης, στις οποίες η οδοντιατρική πορσελάνη είναι ανθεκτική, αλλά και δυνάμεις εφελκυσμού και διάτμησης, που μπορεί να προκαλέσουν θραύσεις στην κεραμική μάζα.

Η **σωστή σχεδίαση** του μεταλλικού σκελετού είναι καθοριστική για την επιτυχία. Γι' αυτό πρέπει να τηρούνται κάποιες αρχές:

1. Η αρχή της ακαμψίας.
2. Ο έλεγχος των δυνάμεων συστολής.
3. Η αρχή της αισθητικής.
4. Η αντίσταση στη διάτμηση.
5. Ο σεβασμός του περιοδοντίου.

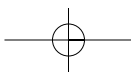
Κατά τη **σχεδίαση των στεφανών** θα πρέπει ο μεταλλικός σκελετός να έχει σχήμα με ομαλές και λείες επιφάνειες, που να προσδίδει ακαμψία, αλλά και ανάλογο της επιφάνειας που θα καλύψει. Προσοχή θα δοθεί στο σωστό πάχος του σκελετού και στο ομοιόμορφο πάχος της πορσελάνης, ώστε να έχει η εργασία αντοχή αλλά και αισθητική απόδοση. Οι θέσεις των συγκλεισιακών επαφών τοποθετούνται μακριά από την ένωση μετάλλου-πορσελάνης και –ως ένα βαθμό– υπαγορεύουν, μαζί με το είδος και τη θέση των μεσοδόντιων επαφών, την έκταση της επίστρωσης πορσελάνης που θα καλύψει το σκελετό. Η σχεδίαση των ορίων της στεφάνης ποικίλλει, αλλά πάντα υπηρχει την αισθητική και την αντοχή της εργασίας (ανάλογα με τη θέση) με σεβασμό στους περιοδοντικούς ιστούς.

Οι ίδιες περίπου αρχές ισχύουν και στις **γέφυρες**. Ωστόσο, τα συγκρατήματα πρέπει να ισχυροποιούνται, αφού ασκούνται σε αυτά και οι μασητικές δυνάμεις από τα γεφυρώματα. Τα γεφυρώματα μπορούν να είναι τριών τύπων: το υγιεινό, το κωνικό-ωοειδές και το γεφύρωμα παραλλαγής εφφιπίου. Ανάλογα με την περίπτωση γίνεται και η επιλογή.



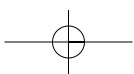
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [...] ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Στα γεφυρώματα συνήθως υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής του σκελετού με ικανό πάχος, ώστε να μην παρουσιάζονται προβλήματα. Η πορσελάνη, όμως, πρέπει και σε αυτή την περίπτωση να είναι ισοπαχής. Οι σύνδεσμοι των γεφυρών, ως πιο ευαίσθητοι στις πιέσεις, απαιτούν μεγαλύτερη προσοχή ώστε να εμφανίζουν την κατάλληλη ακαμψία. Η μεσοδόντια εντόπισή τους θα πρέπει να μην παρεμποδίζει την καλή αισθητική απόδοση.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα εργαστηριακά στάδια κατασκευής μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας;
2. Τι γνωρίζετε για τις δυνάμεις συμπίεσης, εφελκυσμού και διάτμησης; Πώς σχετίζονται με το μεταλλικό σκελετό και την κεραμική κάλυψή του;
3. Τι γνωρίζετε για το νόμο των δοκών;
4. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η αντοχή του μεταλλικού σκελετού;
5. Τι εννοούμε, όταν λέμε πως ένας μεταλλικός σκελετός εμφανίζει ακαμψία;
6. Τι προβλήματα φέρνουν στη μεταλλοκεραμική εργασία οι δυνάμεις συστολής;
7. Πώς εξασφαλίζουμε διαφάνεια στη μεταλλοκεραμική εργασία;
8. Πώς περιορίζουμε τις βλαπτικές επιδράσεις των διατμητικών δυνάμεων;
9. Πώς σχετίζεται η υγεία των περιοδοντικών ιστών με τις ακίνητες προσθετικές εργασίες;
10. Αναφέρετε επιγραμματικά τα κύρια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά μιας στεφάνης.
11. Πώς επηρεάζει το σχήμα του μεταλλικού σκελετού μιας στεφάνης τη μακροζωία της;
12. Ποιο θα πρέπει να είναι το πάχος μιας στεφάνης;
13. Πού θα τοποθετούσατε τις συγκλεισιακές επαφές σε μια στεφάνη;
14. Πώς θα σχεδιάζατε τις μεσοδόντιες επαφές μιας στεφάνης;
15. Από τι εξαρτάται η έκταση που θα δοθεί στην επίστρωση πορσελάνης μιας στεφάνης;
16. Πώς θα σχεδιάζατε την επίστρωση πορσελάνης σε πρόσθιες και οπίσθιες μεταλλοκεραμικές στεφάνες;
17. Τι γνωρίζετε για το κολάρο (σιρίτι) του μεταλλικού σκελετού;
18. Αναφέρετε τους πιο συνηθισμένους σχεδιασμούς αυχενικών ορίων στεφανών.
19. Ποιοι παράγοντες ευνοούν την συγκράτηση μιας γέφυρας;

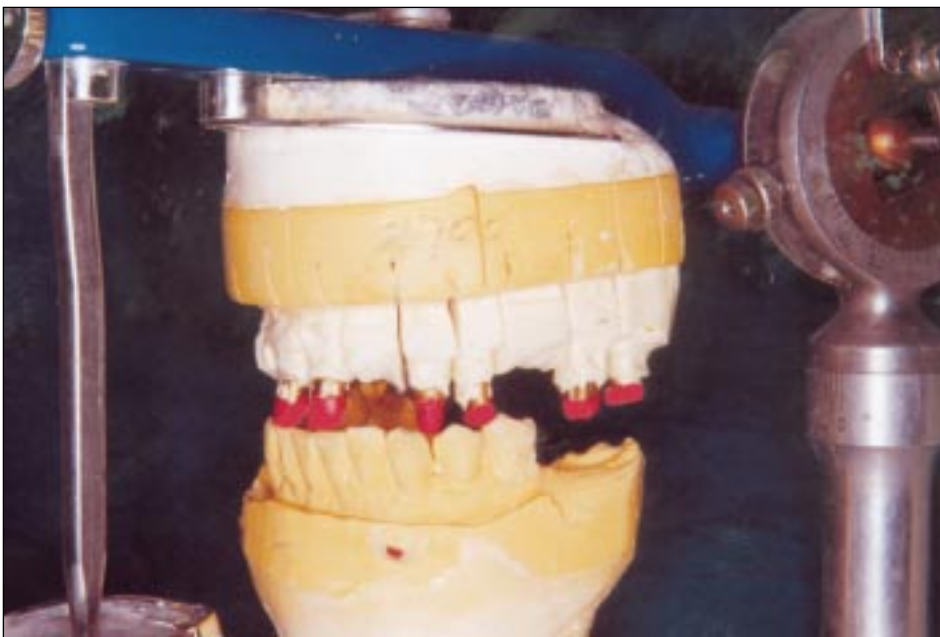


ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

5.1 Κατασκευή εκμαγείου με κινητά κολοβώματα

Όπως γνωρίζουμε, εκμαγείο εργασίας είναι αυτό που έχει τοποθετηθεί σε έναν αρθρωτήρα και αποτυπώνει ολόκληρο το οδοντικό τόξο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως το εκμαγείο εργασίας αποτελεί το συνδετικό κρίκο μεταξύ του εργαστηρίου και του ασθενή (εικ. 5.1).



Εικ. 5.1: Εκμαγείο με κινητά κολοβώματα αναρτημένο σε αρθρωτήρα.

Η μέθοδος κατασκευής εκμαγείων με κινητά κολοβώματα είναι πολύ δημοφιλής, αφού επιτρέπει την παραμονή των κέρινων ομοιωμάτων ή του μεταλλικού σκελετού στα αντίστοιχα κολοβώματα κατά την απομάκρυνσή τους από το



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

εκμαγείο εργασίας. Έτσι, γίνεται σωστός έλεγχος των όμορων επιφανειών αλλά και των αυχενικών ορίων. Τα εκμαγεία με τα κινητά κολοβώματα βοηθούν, επίσης, κατά την επεξεργασία των μεταλλοκεραμικών εργασιών στο στάδιο τοποθέτησης της πορσελάνης, όπου η κεραμική μάζα-πριν από την όπτησή της-είναι ακόμη πολύ ρευστή (εικ. 5.2).



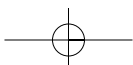
Εικ. 5.2: Κινητό κολόβωμα εκτός εκμαγείου.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής ώστε να αποδοθούν ορθά τα όρια, οι διαστάσεις και η μορφολογία της παρασκευής του δοντιού, αλλά και η σχέση του με τα παρακείμενα στοιχεία (δόντια, νωδές περιοχές ή κολοβώματα). Για να μην παρατηρούνται αποτριβές ή θραύσεις κατά την εργασία, θα πρέπει τα κολοβώματα να κατασκευάζονται από σκληρά υλικά, όπως υπέρσκληρη γύψο.

Το κινητό κολόβωμα κατά την επιστροφή του στο εκμαγείο εργασίας πρέπει να βρίσκει εύκολα την αρχική του θέση. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή «οδηγών» αυλάκων στις οποίες εφαρμόζει.

Συγκεκριμένα, ένα κινητό κολόβωμα πρέπει να εκπληρώνει τις παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Το κολόβωμα πρέπει να επιστρέφει στη μητρική θέση του, με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.



2. Το κολόβωμα πρέπει να παραμένει σταθερά στη θέση του ακόμη και εάν το εκμαγείο αναστραφεί.
3. Σε περίπτωση πολλών κολοβωμάτων αυτά πρέπει να έχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης απόσπασης, δηλαδή να έχουν παράλληλη φορά ένθεσης.
4. Το εκμαγείο με τα κολοβώματα πρέπει να παρουσιάζει ευκολία στην ανάρτησή του σε αρθρωτήρα.

Για την κατασκευή των εκμαγείων με κινητά κολοβώματα χρησιμοποιούνται δύο τεχνικές:

- Η τεχνική με τα συστήματα αξόνων (καρφίδων)
- Η τεχνική με τα συστήματα χωρίς άξονες (με πλαστικά δισκάρια).

5.1.1 Τα συστήματα αξόνων (καρφίδων)

Α. ΑΥΘΑΙΡΕΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΞΟΝΩΝ



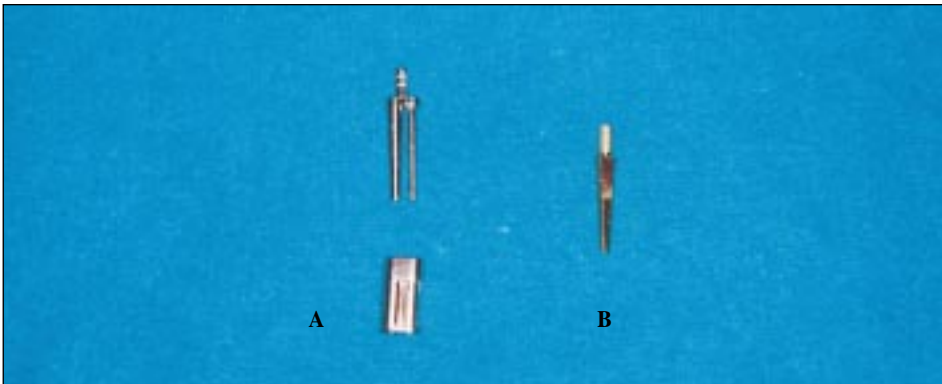
Εικ. 5.3: Η αυθαίρετη τοποθέτηση των αξόνων μετά το χύσιμο της γύψου, δεν αποτελεί ακριβή μέθοδο κατασκευής κινητών κολοβωμάτων.

Αυτή θεωρείται κλασική τεχνική και δε θα περιγραφεί αναλυτικά στο παρόν σύγγραμμα. Πρέπει, πάντως, να υπενθυμιστεί πως οι άξονες τοποθετούνται στο αποτύπωμα πάνω από το παρασκευασμένο δόντι, καλύτερα πριν από το χύσιμο της γύψου, ενώ συγκρατούνται σταθερά σε αυτή τη θέση με κάποιο μέσο. Συνήθως χρησιμοποιούνται καρφίτσες που διαπερνούν το αποτυπωτικό υλικό και συγκρατούν τους άξονες με συγκολλητικό κερί. Η τοποθέτηση των καρφίδων μετά το χύσιμο της γύψου θα πρέπει μάλλον να αποφεύγεται, γιατί αποτελεί παρακινδυνευ-

μένο τρόπο κατασκευής κινητών κολοβωμάτων (εικ. 5.3).

Θα σημειωθεί εδώ πως οι συνηθισμένοι χάλκινοι άξονες (καρότα) επιφέρουν το μικρότερο ποσοστό ανακρίβειας σε σχέση με άλλους τύπους αξόνων. Επειδή όμως δεν παρουσιάζουν ικανή αντίσταση σε δυνάμεις περιστροφής, έχουν παρουσιαστεί από εταιρίες και άλλοι τύποι αξόνων, όπως οι διπλοί άξονες (εικ. 5.4).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ



Εικ. 5.4: (Α) Διπλοί άξονες. (Β) Μονοί άξονες (καρότα).

B. Το ΣΥΣΤΗΜΑ PINDEX

Σε αυτή την τεχνική οι άξονες θα τοποθετηθούν μετά την πήξη της γύψου. Το εκμαγείο, δηλαδή, θα κατασκευαστεί ανεξάρτητα από τους άξονες. Σε δεύτερο χρόνο θα διανοιχθούν φρεάτια στη βάση του εκμαγείου που θα δεχθούν τους άξονες. Η διάνοιξη των φρεατίων μπορεί να γίνει και με το χέρι. Μεγαλύτερη όμως ακρίβεια επιτυγχάνεται με ένα σύστημα παραλληλισμού.



Εικ. 5.5: Η συσκευή Pindex

Η μέθοδος βρίσκει εφαρμογή με τη συσκευή Pindex της εταιρίας Whaledent (εικ. 5.5). Η συσκευή αποτελείται από ένα τραπεζίδιο (πλατφόρμα) όπου τοποθετείται το εκμαγείο. Στο κέντρο του τραπεζιδίου υπάρχει μια οπή, από την οποία διέρχεται ένα τρύπανο (εικ.5.6) και διανοίγει φρεάτια σταθερής διαμέτρου στο εκμαγείο. Η διάνοιξη γίνεται με φορά από κάτω προς τα πάνω. Από το άνω μέρος της συσκευής εκπέμπεται μία φωτεινή ακτίνα πάνω στο εκμαγείο με διεύθυνση ίδια με αυτή του τρυπάνου για έλεγχο της θέσης διάνοιξης (εικ. 5.7).

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ



Εικ. 5.6: Στο κέντρο του τραπεζιδίου της συσκευής Pindex υπάρχει μια οπή από όπου διέρχεται το τύμπανο.



Εικ. 5.7: Διακρίνεται πάνω στο εκμαγείο η κόκκινη κηλίδα της φωτεινής ακτίνας της συσκευής.

Τα στάδια της μεθόδου περιγράφονται ως εξής:

1. Υπέρσκληρη γύψος τοποθετείται προσεκτικά στο αποτύπωμα, για να δημιουργηθεί το άνω μισό τμήμα του εκμαγείου. Συνήθως, υπερχειλίζουμε τα όρια του αποτυπώματος κατά 20 mm. Αφήνουμε τη γύψο να πήξει για 1 ώρα. Για να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή σκληρότητα, θα πρέπει η γύψος να παραμείνει για 12-24 ώρες.
2. Με τη βοήθεια ενός trimmer η βάση επιπεδώνεται και λειαίνεται έτσι ώστε κάθε σημείο της να ακουμπά στο τραπεζίδιο της συσκευής. Αυτό κρίνεται απαραίτητο για να έχουν σταθερή και συνεπώς παράλληλη φορά τα φρεάτια. Μετρώντας το ύψος της βάσης,

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

αυτό θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 10-15 mm από τα ελεύθερα ούλα των παρασκευασμένων δοντιών.

3. Για κάθε κολόβωμα, νωδή περιοχή και ή όποιο τμήμα του οδοντικού τόξου που δεν έχει παρασκευασμένα δόντια, διανοίγονται δύο φρεάτια. Με ένα μολύβι μπορούμε να προσημειώσουμε τις ιδανικές θέσεις των αξόνων στις μασητικές επιφάνειες των κολοβωμάτων.
4. Τοποθετούμε το εκμαγείο στο τραπεζίδιο της συσκευής έτσι, ώστε η οδηγός φωτεινή ακτίνα να σημαδέψει μία προσημειωμένη θέση. Κρατώντας σταθερά το εκμαγείο στο τραπεζίδιο, οδηγούμε το τρύπανο αργά με σταθερή πίεση, για να γίνει η διάνοιξη. Η τελευταία πρέπει να διαρκέσει 3-5 sec.
5. Καθαρίζουμε το φρεάτιο με πεπιεσμένο αέρα από τυχόν υπολείμματα γύψου και κοιταίνουμε τα χείλη των φρεατίων. Κάθε άξονας δοκιμάζεται για την καλή εφαρμογή.
6. Αφαιρούμε την υγρασία από το εκμαγείο, για να είναι απόλυτα στεγνό. Μικρή ποσότητα κυανο-ακρυλικής κονιάς τοποθετείται στην άκρη κάθε άξονα και αυτός εισέρχεται στο φρεάτιο (εικ. 5.8). Θα πρέπει να αποφύγουμε την υπερχειλίση του φρεατίου με κονία.
7. Στο τμήμα των αξόνων που προεξέχει τοποθετείται ειδικός πλαστικός κύλινδρος (εικ. 5.9). Ένα λεπτό στρώμα διαχωριστικού τοποθετείται στη βάση του εκμαγείου και αφαιρούνται οι περισσείες. Το διαχωριστικό, κατά προτίμηση είναι έλαιο ή ειδικό διαχωριστικό εφαρμόζεται μόνο στην επιφάνεια που είναι τα κινητά κολοβώματα και όχι στα νωδά τμήματα του εκμαγείου.



Εικ. 5.8: Ο άξονας εισέρχεται στο φρεάτιο που διανοίχτηκε με τη συσκευή Pindex.



Εικ. 5.9: Στο τμήμα του άξονα που προεξέχει τοποθετείται ο ειδικός πλαστικός κύλινδρος.



ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Η βαζελίνη καλό είναι να αποφεύγεται, γιατί δημιουργεί χώρο μη επιθυμητού πάχους που επηρεάζει την ακριβή εφαρμογή του κολοβώματος στη θέση του επάνω στο εκμαγείο. Μία μικρή μπάλα κεριού τοποθετείται στην κορυφή κάθε άξονα, αυτό μετά την πήξη του δεύτερου στρώματος γύψου βοηθά στην εύρεση της θέσης των κολοβωμάτων.

8. Εγκιβωτίζοντας το εκμαγείο με φύλλο κεριού, χύνεται το δεύτερο στρώμα της γύψου που ενσωματώνει τους πλαστικούς αγωγούς. Μετά το πήξιμο της γύψου ακολουθούνται οι γνωστές διαδικασίες διαμόρφωσης του δεύτερου στρώματος και ο διαχωρισμός των κινητών κολοβωμάτων.

Ως **πλεονεκτήματα της μεθόδου** αναφέρονται τα εξής:

- Η τοποθέτηση των αξόνων με απόλυτη παραλληλότητα, και συνεπώς η εύκολη και ταυτόχρονη μετακίνησή τους.
- Σε αντίθεση με την τοποθέτηση των αξόνων απευθείας σε γύψινο φρεάτιο, στο σύστημα Pindex οι πλαστικοί αγωγοί (κύλινδροι) δε φθείρονται, και συνεπώς η σταθερότητα των κολοβωμάτων διατηρείται αναλλοίωτη.

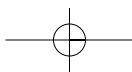
Τα **μειονεκτήματα της μεθόδου** είναι τα παρακάτω:

- Χρειάζεται μεγάλη προσοχή και λεπτομέρεια στην εκτέλεση των σταδίων.
- Η μεγάλη σταθερότητα των αξόνων -παρότι επιθυμητή – κάνει δύσκολη την αφαίρεση των κολοβωμάτων μετά τη διαμόρφωση του κέρινου ομοιώματος.
- Μερικές φορές η ανάρτηση των εκμαγείων στον αρθρωτήρα φέρνει δυσκολίες, επειδή το δεύτερο στρώμα της γύψου αυξάνει σημαντικά το συνολικό όγκο του εκμαγείου.

5.1.2 Συστήματα χωρίς άξονες (με πλαστικά δισκάρια)

A. Το ΣΥΣΤΗΜΑ ACCU-TRAC

Σε αυτή τη μέθοδο κατασκευής κινητών κολοβωμάτων το δεύτερο στρώμα της γύψου χύνεται σε ειδικά πλαστικά δισκάρια. Εδώ το πρώτο και το δεύτερο στρώμα, δηλαδή το κολοβώμα και η βάση του, κατασκευάζονται σε ένα χρόνο, με ένα ενιαίο χύσιμο της γύψου. Το πλαστικό δισκάριο είναι εφοδιασμένο με εσωτερικές αύλακες και εγχοπές στη βάση κάθε κολοβώματος για τον εύκολο επαναπροσανατολισμό του στην αρχική θέση. Είναι επίσης εφοδιασμένο με μαγνήτη για τη σύνδεσή του με τη γύψο ανάρτησης στον αρθρωτήρα (εικ 5.10).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ



Εκ. 5.10: Το σύστημα Accu-Trac.

Συνοπτικά, τα στάδια της μεθόδου έχουν ως εξής:

1. Υπέρσκληρη γύψος χύνεται στο αποτύπωμα έτσι, ώστε η βάση του εκμαγείου να έχει ύψος 20 mm το λιγότερο. Μετά την πήξη αφαιρούμε το εκμαγείο και το διαμορφώνουμε στο trimmer έτσι, ώστε να έχει ύψος 15 mm και παρειογλωσσικό εύρος περίπου 10 mm. Τώρα το εκμαγείο πρέπει να εφαρμόξει χαλαρά στο πλαστικό δισκάριο.
2. Δημιουργούμε αύλακες στη βάση του εκμαγείου. Συναρμολογούμε το πλαστικό δισκάριο στο οποίο χύνουμε γύψο, και το τοποθετούμε στο δονητή. Εφαρμόζουμε μέσα στο δισκάριο το εκμαγείο με τα κολοβώματα έτσι, ώστε τα αυχενικά όρια των δοντιών να απέχουν περίπου 5 mm από το χείλος του δισκαρίου. Αφαιρούμε τυχόν περίσσειες και αφήνουμε τη γύψο να πήξει.
3. Το δισκάριο αποσυναρμολογείται και ακολουθεί ο διαχωρισμός των κολοβωμάτων με την ειδική σέγα.



B. Το σύστημα Di-Lok

Το σύστημα αυτό είναι παραπλήσιο του συστήματος Accu-Trac. Αποτελείται και αυτό από δισκάριο αποσυναρμολογούμενο σε τρία διαφορετικά τμήματα με εσωτερικές οδηγούς αύλακες. Με το κλείδωμα ακριβείας των τμημάτων αυτών εξασφαλίζεται και η επανατοποθέτηση των κολοβωμάτων στην αρχική τους θέση.

Ως πλεονεκτήματα των συστημάτων άνευ αξόνων αναφέρονται:

- Η ελαχιστοποίηση του χρόνου εργασίας.
- Η δυνατότητα ελεύθερης και ταυτόχρονης αφαίρεσης των κολοβωμάτων μαζί με τα κέρινα ομοιώματα μετά την αποσυναρμολόγηση των τμημάτων του δισκαρίου.

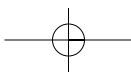
Τα συστήματα χωρίς άξονες έχουν όμως και **μειονεκτήματα**, μερικά από τα οποία είναι τα εξής:

- Η σύνδεση του δισκαρίου με τον αρθρωτήρα μέσω του μαγνήτη παρέχει μικρή κινητικότητα και αστάθεια στο αναρτημένο δισκάριο.
- Τα δισκάρια δίνουν στην εργασία επιπρόσθετο όγκο –ιδιαίτερα περιφερικά.

5.1.3 Αξιολόγηση των συστημάτων

Η χρήση των αξόνων με την τεχνική αυθαίρετης τοποθέτησης γενικά δεν θεωρείται μέθοδος ακριβείας, εξαιτίας της κινητικότητας που παρουσιάζουν οι άξονες ειδικά ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Όταν οι χειρισμοί είναι, βέβαια, προσεκτικοί, συνήθως δεν υπάρχει αποτυχία στην κατασκευή. Στην πράξη όμως αυτό δε συμβαίνει και συνήθως οι αποκλίσεις είναι μεγαλύτερες από τις αποδεκτές. Πράγματι, μελέτες έχουν δείξει πως-σε σύγκριση με τα άλλα συστήματα-η αυθαίρετη τοποθέτηση των αξόνων παρουσιάζει τις μεγαλύτερες αποκλίσεις. Οι μικρότερες αποκλίσεις μετρήθηκαν στο σύστημα Accu-Trac, ενώ τη μεγαλύτερη σταθερότητα επέδειξε το σύστημα Pindex. Το σύστημα Di-Lok εμφάνισε αποκλίσεις ελαφρά μεγαλύτερες από το σύστημα Pindex. Οι αποκλίσεις οφείλονται κυρίως-εκτός από το σύστημα Pindex στο οποίο παρεμβάλλονται οι πλαστικοί αγωγοί, στην αποτριβή των γύψινων επιφανειών των φρεατίων αλλά και των επιφανειών των κολοβωμάτων.

Θα πρέπει, τέλος, να σημειωθεί πως, ανεξάρτητα από τη μέθοδο κατασκευής των κινητών κολοβωμάτων, θα ακολουθήσει κανονικά η διαμόρφωση και επεξεργασία τους. Αποκαλύπτονται τα όρια παρασκευής με φρέζα ακρυλικού και





ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

με μολύβι σημειώνονται περιφερικά τα όριά της. Τα κολοβώματα καλύπτονται με βερνίκι (για αύξηση του όγκου τους), το οποίο αποτελεί το εργαστηριακό ανάλογο της κονιάς προσκόλλησης που θα χρησιμοποιήσει ο οδοντίατρος. Στη συνέχεια τα κολοβώματα επανατοποθετούνται στο εκμαγείο, το οποίο είναι βέβαια αναρτημένο σε αρθρωτήρα, ενώ ακολουθεί η κατασκευή του κέρινου ομοιώματος του μεταλλικού σκελετού.

5.2 Το κέρινο ομοίωμα του μεταλλικού σκελετού

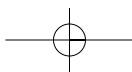
Το κερί που χρησιμοποιούμε για την κατασκευή του κέρινου ομοιώματος έχει διαφορετικό χρώμα από το κολόβωμα για μεγαλύτερη ευκολία κατά την εργασία. Διατίθεται σε τρία είδη: σκληρό, μέτριο και μαλακό.

Στην αρχή το κολόβωμα επαλείφεται με διαχωριστικό υγρό με τη βοήθεια ενός πινέλου. Εννοείται πως το κολόβωμα είναι ήδη καλυμμένο με βερνίκι και το διαχωριστικό τοποθετείται πάνω στο βερνίκι έτσι, ώστε το κερί να μην κολλήσει στο βερνίκι του γύψινου κολοβώματος. Κατόπιν κατασκευάζεται η βάση (καλύπτρα) του κέρινου ομοιώματος που έρχεται σε άμεση επαφή με το κολόβωμα.

Για την κατασκευή αυτού του στρώματος έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι:

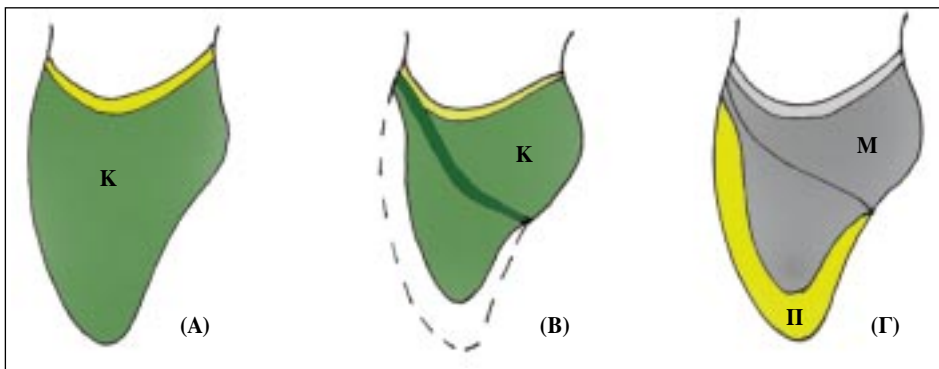
1. Βύθιση του κολοβώματος σε λιωμένο μαλακό κερί 90⁰ C έτσι ώστε να καλυφθεί από ένα στρώμα κεριού πάχους περίπου 0.5 mm.
2. Περιτύλιξη του κολοβώματος με φύλλο μαλακού κεριού πάχους 0.3–0.5 mm και αφαίρεση των περισσευμάτων.
3. Σταδιακή μεταφορά και ενστάλαξη λιωμένου κεριού στο κολόβωμα με λεπτό εργαλείο. Ταυτόχρονη διαμόρφωση του κεριού με στόχο τη δημιουργία ισοπαχούς στρώματος.
4. Σε αυτή την τελευταία μέθοδο δε χρησιμοποιείται κερί αλλά μία πλαστική καλύπτρα. Η καλύπτρα θερμαίνεται και εφαρμόζεται στο κολόβωμα υπό αρνητική πίεση. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ διαδεδομένη, αφού εφοδιάζει το κέρινο ομοίωμα με μια σταθερή και άθραυστη βάση· προϋποθέτει όμως δεξιοτεχνία, καθώς συνδυάζει ανομοιογενή υλικά.

Πάνω σε αυτή τη βάση θα κατασκευαστεί το κέρινο ομοίωμα του μεταλλικού σκελετού.



5.2.1 Διαμόρφωση κέρινου ομοιώματος σκελετού στεφάνης

Για να διαμορφωθεί το κέρινο ομοίωμα του σκελετού της μεταλλοκεραμικής στεφάνης, θα πρέπει να κατασκευαστεί αρχικά ένα ομοίωμα της τελικής εμφάνισης της εργασίας. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι αυτή που περιγράφεται σχετικά με τις ολικές χυτές στεφάνες. Το αυχενικό όριο θα διαμορφωθεί εξολοκλήρου από σκληρό κερί και κατόπιν όλο το ομοίωμα θα κατασκευαστεί από το ίδιο κερί. Στη συνέχεια στις περιοχές που θα καλυφθούν από πορσελάνη γίνεται απόξεση του κέρινου ομοιώματος έτσι, ώστε να επιτευχθεί σταδιακά μια περιφερική λέπτυνσή του (εικ. 5.11). Μόνον έτσι δημιουργείται ομαλή μετάβαση από το μέταλλο στην πορσελάνη και επιτυγχάνεται το επιθυμητό σχήμα του σκελετού. Η έκταση της αφαίρεσης του κεριού αντιπροσωπεύει την έκταση επίστρωσης της πορσελάνης. Η τελευταία υπαγορεύεται από όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο περί σχεδίασης του μεταλλικού σκελετού.



Εικ. 5.11: (Α) Στην αρχή κατασκευάζεται ολόκληρη η στεφάνη από κερί (Β) και στη συνέχεια γίνεται περιφερική απόξεσή του μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό σχήμα του μεταλλικού σκελετού (Γ) που μετά τη χύτευση θα υποδεχθεί την πορσελάνη, (Κ: Κερί, Μ: Μέταλλο, Π: Πορσελάνη).

Παρενθετικά θα σημειωθεί πως η κατασκευή του κέρινου ομοιώματος του μεταλλικού σκελετού μιας μεταλλοκεραμικής εργασίας μπορεί να γίνει και άμεσα με ενστάλαξη κεριού πάνω στο κολόβωμα. Ωστόσο η μέθοδος δεν κρίνεται ακριβής, και γι' αυτό προτείνεται να μη χρησιμοποιείται.

Η αφαίρεση του κεριού και η διαμόρφωση του ομοιώματος γίνεται με ειδικά μαχαιρίδια και κοχλιάρια (5.12). Στην αρχή καλό είναι να σχεδιαστούν στο κέρινο ομοίωμα τα όρια της περιοχής που θα υποσκαφτεί. Στις περιοχές που θα τοποθετηθεί η πορσελάνη αφαιρείται ισοπαχές στρώμα κεριού πάχους περίπου



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

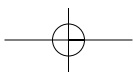
1mm. Στο κοπτικό άκρο των προσθίων δοντιών θα αφαιρεθεί περισσότερο, γύρω στο 1.5 mm, ώστε η πορσελάνη να αποκτήσει διαύγεια. Προσοχή επίσης θα δοθεί και στο αποληκτικό όριο της ένωσης πορσελάνης-μετάλλου. Αυτή η ένωση θα είναι κάθετη στην εξωτερική επιφάνεια της στεφάνης· συνεπώς, ανάλογα θα διαμορφωθεί και το κέρινο όριο.



Εικ. 5.12: Η διαμόρφωση του κέρινου ομοιώματος με ειδικό κοχλάριο.

Η απόφαση για μεταλλικές συγκλεισιακές ή μεσοδόντιες επαφές θα επηρεάσει ανάλογα και το σχήμα της υποσκαφής. Εάν οι συγκλεισιακές επαφές είναι σε μέταλλο, τότε η σύγκλειση θα τελειοποιηθεί στο κέρινο πρόπλασμα. Αλλιώς, θα πρέπει να γίνει κατά τη δόμηση της πορσελάνης.

Το ίδιο θα γίνει και με τα αυχενικά όρια. Αν η σχεδίαση της στεφάνης προβλέπει μεταλλικό σιρίτι στο αυχενικό όριό της, τότε θα παραμείνει αντίστοιχα ένα κέρινο σιρίτι ύψους 0.3 – 0.5 mm και εύρους 1mm ώστε να υπάρχει αρκετός όγκος κεριού, για να χυτευθεί το όριο. Το μεταλλικό σιρίτι θα μειωθεί κατά την κατεργασία του μεταλλικού σκελετού και θα αποκτήσει τις κατάλληλες διαστάσεις, δηλαδή εύρος περίπου 0.3 mm και αυχενομασητικό ύψος που θα οριστεί από το είδος της αυχενικής παρασκευής. Εάν τα όρια της στεφάνης είναι χωρίς σιρίτι, τότε αντίστοιχα το κέρινο ομοίωμα καταλήγει στο αυχενικό όριο παρασκευής, αφήνοντας χώρο για την επίστρωση πορσελάνης.





ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Σημειώνεται πως το πάχος του κέρινου ομοιώματος ελέγχεται κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσής του με ειδικό μετρητή πάχους και διατηρείται μεταξύ 0.3-0.5 mm -ανάλογα με το κράμα που θα χρησιμοποιηθεί.

Τυχόν οξείες γωνίες, ανωμαλίες, οπές ή αύλακες θα λειανθούν, ώστε το κέρινο ομοίωμα να έχει ομαλές επιφάνειες και κυρτώσεις.

Η μέθοδος της κατασκευής του κέρινου ομοιώματος με τον παραπάνω τρόπο, δηλαδή με απόξεση με μαχαιρίδιο, παρουσιάζει όμως και τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Το κερί που παραμένει αποκτά τάσεις τις οποίες απελευθερώνει αργότερα.
- Η πίεση που ασκείται κατά την απόξεση δημιουργεί προβλήματα εφαρμογής, τα οποία ελαχιστοποιούνται με τη χρήση πλαστικής καλύπτρας.
- Η μέθοδος είναι χρονοβόρα

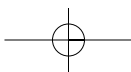
Τελειώνοντας τη διαμόρφωση του κέρινου ομοιώματος, δύο σημαντικοί στόχοι έχουν επιτευχθεί:

- Η ομοιόμορφη αποκοπή κεριού.
- Η συνέχεια και ανατομική ορθότητα των περιφερικών ορίων της ένωσης πορσελάνης-μετάλλου.

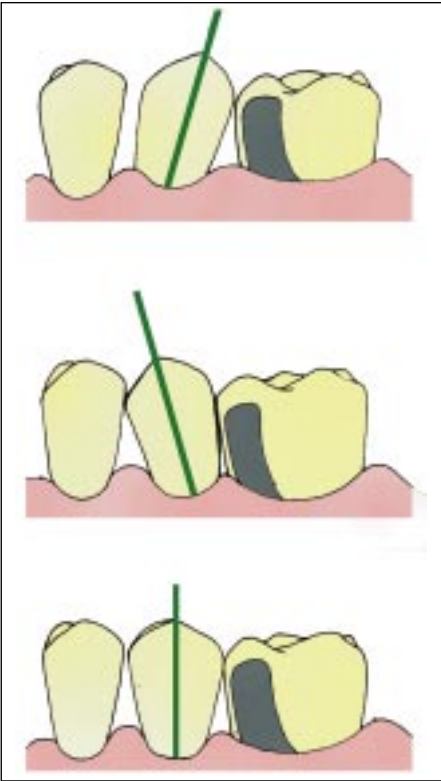
5.2.2 Διαμόρφωση κέρινου ομοιώματος σκελετού γέφυρας

Η προσεκτική διαμόρφωση του κέρινου ομοιώματος είναι ακόμη πιο σημαντική στην περίπτωση κατασκευής γεφυρών. Το συγκλεισιακό σχήμα θα τελειοποιηθεί σε κεντρική σχέση των γνάθων αλλά και κατά τις πλαγιολισθήσεις και προολισθήσεις. Το σχήμα και η θέση των γεφυρωμάτων θα καθοριστούν ήδη από το στάδιο κατασκευής του κέρινου προπλάσματος, γιατί είναι πολύ ευκολότερο να γίνουν διορθώσεις στο κερί παρά στο μέταλλο ή στην πορσελάνη. Μεγάλη προσοχή θα δοθεί επίσης στις σωστές διαστάσεις, ιδιαίτερα των συνδέσμων, ώστε να εξασφαλιστεί ικανό πάχος μετάλλου και συνεπώς ακαμψία και αντοχή του σκελετού.

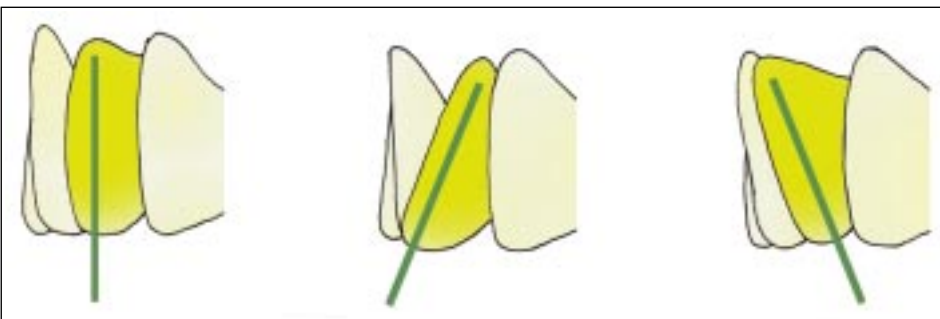
Σε αναφορά με τα γεφυρώματα θα προσεχθεί ώστε να υπάρχει αισθητική ομοιομορφία με τα συγκρατήματα και να μην παρουσιάζουν αποκλίσεις ως προς αυτά, τόσο κατά την εγγύς-άπω (εικ. 5.13) όσο και κατά την παρειογλωσσική διάσταση (εικ. 5.14).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ



Εικ. 5.13: Τα γεφυρώματα πρέπει να παρουσιάζουν παραλληλότητα και αισθητική ομοιομορφία με τα συγκρατήματα κατά την εγγύς-άπω διάσταση.



Εικ. 5.14: Κατά την παρειογλωσσική διάσταση τα γεφυρώματα ακολουθούν τις αξονικές διευθύνσεις των συγκρατημάτων.

Η τεχνική της διαμόρφωσης του ομοιώματος βασίζεται στις αρχές που περιγράφηκαν σχετικά με τις στεφάνες και στηρίζεται στους κανόνες σχεδίασης του μεταλλικού σκελετού γεφυρών.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η κατασκευή **εκμαγείου με κινητά κολοβώματα** επιτρέπει την επόπτευση της εργασίας από όλες τις γωνίες αλλά και την εύκολη διεξαγωγή της. Το κινητό κολοβώμα σε ιδανικές συνθήκες θα πρέπει να είναι σταθερό, να αποσπάται εύκολα από το εκμαγείο εργασίας αλλά και να ξαναβρίσκει με ακρίβεια την αρχική του θέση.

Για την κατασκευή των κινητών κολοβωμάτων διακρίνονται δύο μέθοδοι:

1. Τα συστήματα αξόνων

- α)** Η αυθαίρετη τοποθέτηση αξόνων κατά την οποία οι άξονες διευθετούνται εμπειρικά στο αποτύπωμα, συνήθως πριν από το χύσιμο της γύψου, και ενέχουν υψηλό ποσοστό ανακρίβειας.
- β)** Το σύστημα Pindex, όπου με τη βοήθεια ειδικής συσκευής εξασφαλίζεται η ακριβής θέση και παραλληλότητα των αξόνων.

2. Τα συστήματα χωρίς άξονες

Αντιπροσωπευτικά είναι τα συστήματα Accu-Trac και Di-Lok όπου με τη βοήθεια συναρμολογούμενων δισκαρίων με οδηγούς αύλακες -εξασφαλίζεται η γρήγορη και ακριβής κατασκευή των εκμαγείων.

Πιο αξιόπιστη, πάντως, μέθοδος θεωρείται η Pindex και οι μέθοδοι χωρίς άξονες

Το **κέρινο ομοίωμα του μεταλλικού σκελετού** κατασκευάζεται πάνω στα κινητά κολοβώματα και αποτελεί ακριβές αντίγραφο του μεταλλικού σκελετού της μεταλλοκεραμικής εργασίας.

Αρχικά κατασκευάζεται η βάση (καλύπτρα) του ομοιώματος και στη συνέχεια δομείται το ομοίωμα της τελικής μορφής της μεταλλοκεραμικής εργασίας. Έπειτα, χρησιμοποιώντας ειδικά εργαλεία, το ομοίωμα αυτό υποσκάπτεται στις περιοχές που θα τοποθετηθεί η αισθητική επίστρωση της πορσελάνης. Έτσι, απομένει το κέρινο ομοίωμα του μεταλλικού σκελετού. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε το ομοίωμα αυτό να διέπεται από τους κανόνες σχεδίασης μεταλλικού σκελετού στεφάνης και γέφυρας.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι ονομάζουμε εκμαγείο εργασίας;
2. Τι εξυπηρετεί το εκμαγείο εργασίας με κινητά κολοβώματα;
3. Ποιες προϋποθέσεις πρέπει να εκπληρώνει ένα κινητό κολοβώμα;
4. Ποιες τεχνικές χρησιμοποιούνται για την κατασκευή εκμαγείων με κινητά κολοβώματα;
5. Γιατί η αυθαίρετη τοποθέτηση αξόνων παρουσιάζει ανακρίβειες;
6. Τι γνωρίζετε για το σύστημα Pindex;
7. Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα του συστήματος Pindex;
8. Ποια συστήματα άνευ αξόνων γνωρίζετε;
9. Τι γνωρίζετε για τη μέθοδο Accu-Trac;
10. Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα των συστημάτων κατασκευής κινητών κολοβωμάτων χωρίς άξονες;
11. Πώς θα αξιολογούσατε τα όσα συστήματα κατασκευής κινητών κολοβωμάτων χρησιμοποιούνται;
12. Τι ονομάζουμε κέρινο ομοίωμα μεταλλικού σκελετού;
13. Ποιες τεχνικές γνωρίζετε για την κατασκευή της βάσης (καλύπτρας) του κέρινου ομοιώματος;
14. Πώς καταδεικνύουμε στο κέρινο ομοίωμα την έκταση της επίστρωσης πορσελάνης που θα καλύψει το μεταλλικό σκελετό;
15. Ποια είναι τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η κατασκευή κέρινου ομοιώματος με απόξεση;
16. Πώς διευθετούμε τη σύγκλειση και τα αυχενικά όρια στο κέρινο ομοίωμα του σκελετού;
17. Κατά την τελική διαμόρφωση του κέρινου ομοιώματος ποιοι βασικοί στόχοι θα έχουν επιτευχθεί;



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΧΥΤΕΥΣΗΣ

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΟΣ

6.1. Επιλογή αγωγών ανάλογα με το κράμα χύτευσης

Η σωστή επιλογή των αγωγών χύτευσης είναι εκείνη, που εξασφαλίζει την επιτυχία του χυτού. Οι αγωγοί είναι κυλινδρικοί, επειδή με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται οι γωνίες, που δημιουργούν εμπόδια στην ροή του λιωμένου κράματος.

Οι αγωγοί χύτευσης πρέπει να τηρούν κάποιες προϋποθέσεις για την εκπλήρωση της αποστολής τους:

- α) Κατάλληλο υλικό αγωγού.
- β) Κατάλληλο μήκος αγωγού.
- γ) Κατάλληλη διάμετρος αγωγού.
- δ) Ύπαρξη ή μη δεξαμενής στον αγωγό.
- ε) Σημείο και τρόπος συγκόλλησης του αγωγού στο ομοίωμα.
- στ) Προσανατολισμός του αγωγού μέσα στο δακτύλιο πυράκτωσης.

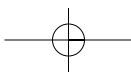
Δίνονται αναλυτικότερα οι παραπάνω προϋποθέσεις:

- α) **Υλικό αγωγού:** Ο αγωγός πρέπει να κατασκευαστεί από υλικό που λιώνει σε θερμοκρασία πριν από τη χύτευση. Γι' αυτό το λόγο οι καταλληλότεροι από πλευράς υλικού αγωγοί είναι αυτοί, που είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο κερί που κατασκευάστηκε το κέρινο ομοίωμα.

- β) **Μήκος αγωγού:** Επηρεάζει δύο πράγματα.

1. τη δημιουργία ατελών χυτών και
2. τη δημιουργία πόρων στα χυτά.

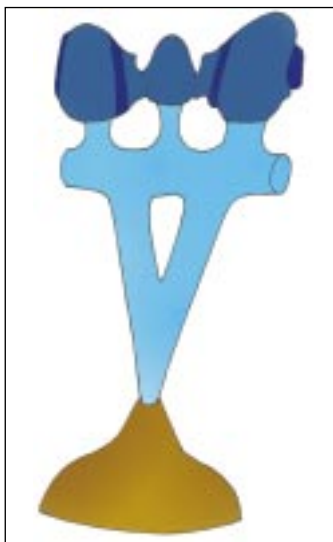
Το μήκος του αγωγού, σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 18mm. Εάν το μήκος αυξηθεί περισσότερο, το λιωμένο κράμα θα χρειαστεί αρκετό χρόνο να διασχίσει το μήκος του αγωγού, με συνέπεια να ψυχθεί πρώτα σ' αυτόν, πριν ολοκληρωθεί η συμπλήρωση με το λιωμένο κράμα του καλουπιού.



γ) **Διάμετρος αγωγού:** Η γενική αρχή που καθορίζει τη διάμετρο του αγωγού είναι ότι **πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη μεγαλύτερη διατομή του κέρινου ομοιώματος. Διότι μ' αυτό τον τρόπο επιτρέπεται η στερεοποίηση του κράματος πρώτα στο καλούπι και μετά στον αγωγό.** Η διάμετρος και το μήκος του αγωγού επηρεάζουν άμεσα την ταχύτητα ροής του λιωμένου κράματος.

Η διάμετρος των αγωγών κυμαίνεται από 2,5 μέχρι 3,5 mm και εξαρτάται από τον όγκο του κέρινου ομοιώματος και τον τύπο του κράματος.

Στα παραδοσιακά κράματα χρυσού και σε στεφάνες μπροστινών δοντιών οι αγωγοί έχουν διάμετρο 2,5mm. Στους γομφίους τοποθετούνται διπλοί αγωγοί, ενώ στα γεφυρώματα υπολογίζεται 1,5 αγωγός για κάθε ενδιάμεσο. Στα παλλαδιούχα κράματα και στα κράματα μεταλλοκεραμικής η διάμετρος των αγωγών αυξάνεται στα 3,5mm. Στο τιτάνιο οι αγωγοί χύτευσης είναι περισσότεροι και παχύτεροι από 4mm, γιατί έτσι μειώνεται η ανάπτυξη του πορώδους. Η μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στο τήγμα του μετάλλου ($>1700^{\circ}\text{C}$) και του πυροχώματος ($<800^{\circ}\text{C}$) αυξάνει το ρυθμό απόψυξης του μετάλλου, επιταχύνοντας τη στερεοποίησή του και μειώνοντας το διαθέσιμο χρόνο για τη διαφυγή των αερίων. Χρησιμοποιώντας επομένως αυξημένο αριθμό αγωγών

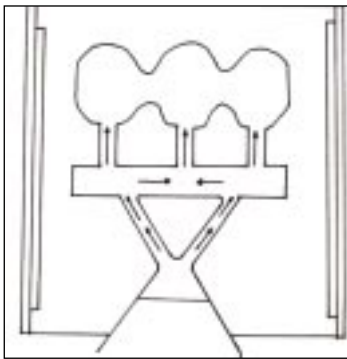


Εικ. 6.1: Η διάμετρος του αγωγού πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη μεγαλύτερη διατομή του κέρινου ομοιώματος.

χύτευσης, αυξάνεται η παροχή υγρού μετάλλου στη μονάδα του χρόνου προς το στερεοποιημένο μέταλλο ταυτόχρονα μετατρέπεται σε μια θερμική δεξαμενή η οποία αυξάνει τη θερμοκρασία της περιοχής, μειώνοντας την πιθανότητα της πρώιμης στερεοποίησης.

Η διάμετρος του αγωγού χύτευσης θα πρέπει να μειώνεται, ώστε η στερεοποίηση του κράματος στο καλούπι και στον αγωγό να μη γίνεται ταυτόχρονα. Εάν δε διαμορφωθεί αυτή η στένωση, μπορεί να δημιουργηθούν κενά στη μάζα του χυτού. Η διάμετρος του αγωγού χύτευσης δε θα πρέπει να μειώνεται περισσότερο από το 1/3 διαφορετικά, το σημείο της στένωσης θα στερεοποιηθεί πολύ γρήγορα και θα διακοπεί η τροφοδοσία με ρευστό κράμα (εικ. 6.1).

- δ) **Δεξαμενές:** Η δεξαμενή πρέπει να έχει διάμετρο τουλάχιστον ίση με τη μεγαλύτερη διατομή του κέρινου ομοιώματος. Τοποθετείται 16 mm από το σημείο συγκόλλησης του αγωγού στο κέρينو ομοίωμα.



Εικ. 6.2: Δεξαμενή-Δοκός.

Η πορεία του λιωμένου μετάλλου δείχνεται με τα βέλη.

Σκοπός της είναι η συνεχής τροφοδότηση του κενού χώρου (καλουπιού) με λιωμένο μέταλλο.

Εκτός από τον κλασικό σφαιρικό τύπο δεξαμενής, υπάρχει και η δεξαμενή με σχήμα δοκού. Στον τύπο αυτό το κράμα παραμένει ρευστό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η δοκός αυτή θα συνδεθεί στη συνέχεια με τον κώνο με 2 ή περισσότερους αγωγούς, που καταλήγουν να ενωθούν στην κορυφή του (εικ. 6.2).

- ε) **Σημείο και τρόπος συγκόλλησης του αγωγού στο χυτό:**

Έχει μεγάλη σημασία το σημείο συγκόλλησης του αγωγού στο κέρينو ομοίωμα. Πρέπει να γίνεται σε περιοχές που δε βλάπτουν το ανατομικό σχήμα του κέρινου ομοιώματος. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι οι περιοχές αυτές να έχουν αρκετό πάχος.

Ο τρόπος συγκόλλησης των αγωγών δεν πρέπει να δημιουργεί δυσμενείς συνθήκες στη ροή του λιωμένου κράματος, γιατί έτσι δημιουργείται υποεπιφανειακή πορότητα στο χυτό.

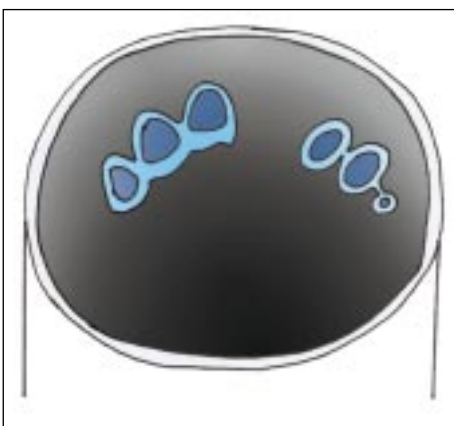
- στ) **Προσανατολισμός των αγωγών και χωροταξική θέση του κέρινου ομοιώματος στο μεταλλικό δακτύλιο πυράκτωσης.**

Το θερμικό κέντρο του δακτυλίου είναι το σημείο, στο οποίο συναντώνται όλες οι ευθείες που ξεκινούν από το ψηλότερο χείλος του μεταλλικού δακτυλίου και καταλήγουν στο αντιδιαμετρικό κάτω.

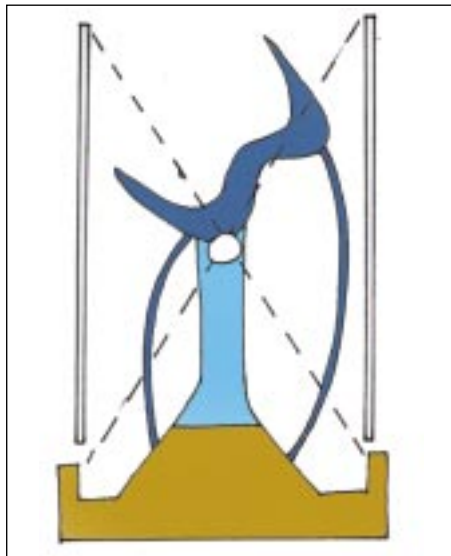
Τα χυτά θα πρέπει να βρίσκονται εκτός του θερμικού κέντρου του δακτυλίου, ώστε να μπορούν να τροφοδοτούνται με ρευστό κράμα από τις δεξαμενές, οι οποίες, αντίθετα, θα πρέπει να βρίσκονται στο θερμικό κέντρο. Επίσης, τα χυτά θα πρέπει να είναι τοποθετημένα με κλίση προς τα τοιχώματα του δακτυλίου, για να ψύχονται γρηγορότερα και ομοιόμορφα (εικ. 6.3).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΧΥΤΕΥΣΗΣ. ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΟΣ

Το κέρινο ομοίωμα τοποθετείται περιφερικά και σε απόσταση 6mm από τον πυθμένα του δακτυλίου και 3-4mm από τα πλάγια τοιχώματά του. Η τοποθέτηση του κέρινου ομοιώματος στον αγωγό και στον κώνο του δακτυλίου γίνεται σταθερά με συγκολλητικό κερί (εικ. 6.4).



Εικ. 6.3: Τοποθέτηση του κέρινου ομοιώματος ως προς το θερμικό κέντρο.



Εικ. 6.4: Τοποθέτηση του κέρινου ομοιώματος ως προς τα τοιχώματα και τον πυθμένα του δακτυλίου.

6.2 Τεχνική τοποθέτησης των αγωγών χύτευσης

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του κέρινου ομοιώματος γίνεται η τοποθέτηση των αγωγών χύτευσης κατά περίπτωση.

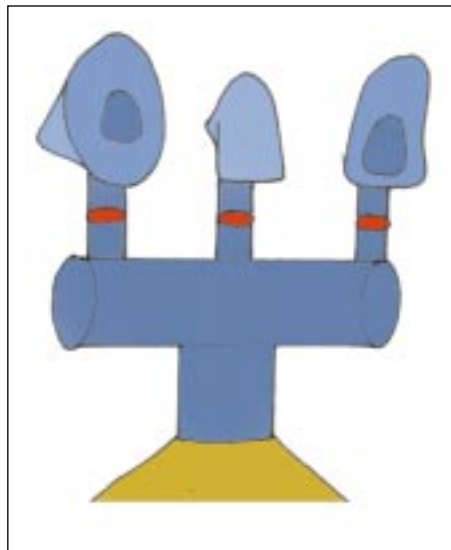
Εφαρμόζουμε ό,τι έχουμε αναφέρει σχετικά με τον τρόπο τοποθέτησης των αγωγών χύτευσης, επισημαίνοντας επιπλέον κάποια σημεία που πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη:

- 1. Η οριζόντια δοκός που εκτελεί χρέη εφεδρικής δεξαμενής** τοποθετείται κυρίως σε μεταλλικό σκελετό μεταλλοκεραμικής γέφυρας (εικ. 6.5).
- 2. Όταν το κράμα εκλογής είναι το τιτάνιο,** για την αποφυγή δημιουργίας κενών χώρων, οι αγωγοί χύτευσης και οι αγωγοί απαέρωσης τοποθετούνται διαμετρικά πάνω από τα όρια κάθε στεφάνης (εικ. 6.6).

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

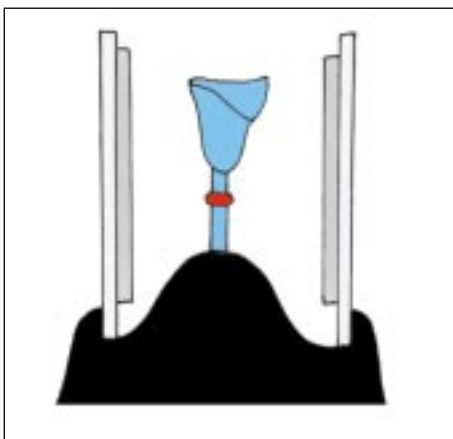


Εικ. 6.5: Οριζόντια δοκός σε μεταλλικό σκελετό μεταλλοκεραμικής γέφυρας.

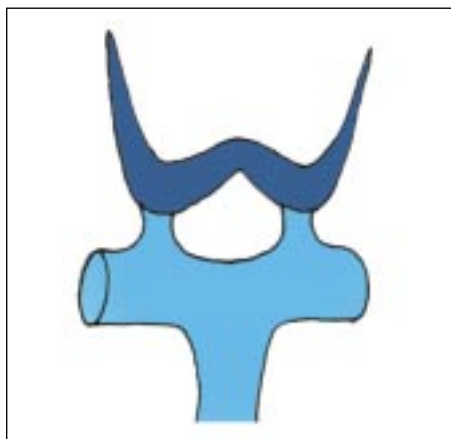


Εικ. 6.6: Τοποθέτηση αγωγών σε μεταλλικό σκελετό από τιτάνιο.

3. Το άκρο που συνδέει τον αγωγό με το κέρινο ομοίωμα πρέπει να έχει κωνικό σχήμα.
4. Στην περίπτωση χρησιμοποίησης αγωγού με δεξαμενή πρέπει η απόσταση μεταξύ της δεξαμενής και της μάζας του κέρινου ομοιώματος να μην ξεπερνά τα 1,6mm και η δεξαμενή να βρίσκεται στο κέντρο της μάζας του πυροχώματος. (εικ. 6.7).
5. Οι αγωγοί δεν πρέπει να συγκολλώνται με μεγάλη ποσότητα συγκολλητικού κεριού. Αντίθετα στο σημείο συγκόλλησης πρέπει να δημιουργείται αυχέννας. Έτσι, αποφεύγεται η δημιουργία πόρων (εικ.6.8).
6. Από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι η ύπαρξη δεξαμενής βοηθάει στην παραγωγή καλύτερων χυτών. Όταν επιβάλεται η χρησιμοποίηση περισσότερων του ενός αγωγών, θα πρέπει να φροντίσουμε ώστε οι δεξαμενές τους να είναι ενωμένες μεταξύ τους.
7. Οι αγωγοί απαέρωσης (αεραγωγοί) χρησιμεύουν κυρίως για την έξοδο των αερίων, που έχουν αθροιστεί στον κενό χώρο του καλουπιού μετά την αποκήρωση. Επίσης, χρησιμεύουν και για την απομάκρυνση της θερμότητας από το λιωμένο κράμα και επομένως παίζουν καθοριστικό ρόλο στην κατεύθυνση της στερεοποίησης.



Εικ. 6.7: Σημείο τοποθέτησης της δεξαμενής σε αγωγό.



Εικ. 6.8: Σημείο συγκόλλησης-ανχένας.

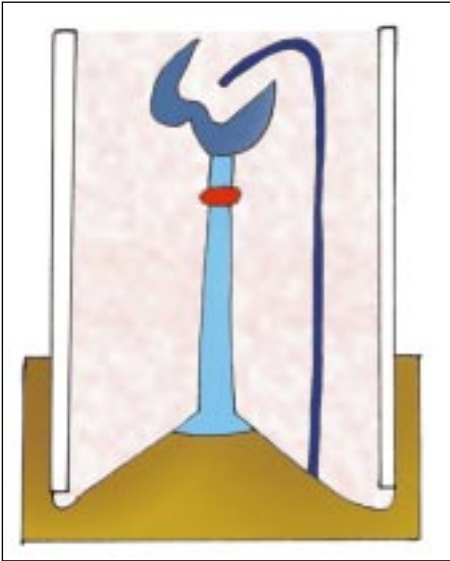
Δύο είναι κυρίως οι παράγοντες που επιβάλλουν την χρησιμοποίηση των αγωγών απαέρωσης.

- i. **Η σύσταση του πυροχώματος:** Στα λεπτόκοκκα πυροχώματα παρατηρείται μετά την πήξη τους εγκλωβισμούς της μάζας των αερίων, τα οποία συγκεντρώνονται στο κενό του καλουπιού κατά τη διαδικασία της χύτευσης. Αυτό γίνεται γιατί το πηγμένο πυρόχωμα είναι συμπαγές.
- ii. **Η χύτευση εργασιών μεγάλων σε έκταση:** Κατά την αποκήρωση εκλύονται πολλά αέρια, τα οποία πρέπει να βοηθηθούν για να απομακρυνθούν. Εδώ όμως πρέπει να τονιστεί ότι ο εγκλωβισμός αερίων μπορεί να οφείλεται και στο σχήμα του κέρινου ομοιώματος, όπως συμβαίνει στον εσωτερικό χώρο των στεφανών.

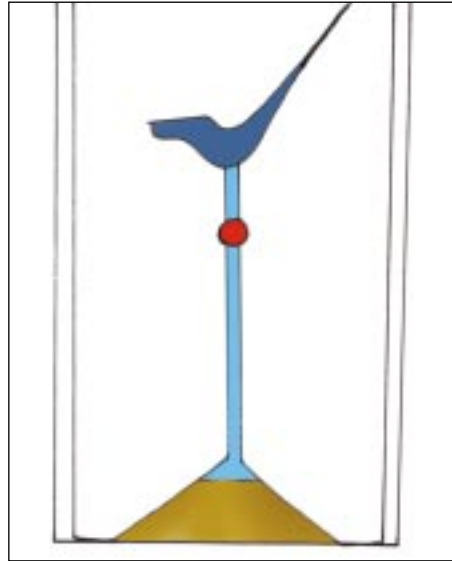
Οι αγωγοί απαέρωσης πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποβάλλουν τη θερμοκρασία από τις περιοχές εκείνες του χυτού, που είναι δύσκολο να διαφύγει (εικ. 6.9 α,β).

- α) Στην περίπτωση των στεφανών τοποθετούνται στο κέντρο του εσωτερικού χώρου τους και καταλήγουν στη βάση του δακτυλίου.
- β) Λειτουργούν συμπληρωματικά σαν δεξαμενές σε μικρά χυτά με λεπτά άκρα. Τοποθετούνται ξεκινώντας από το λεπτότερο άκρο και καταλήγουν στην ελεύθερη επιφάνεια του δακτυλίου.

ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ



Εικ. 6.9α: Αεραγωγός στην περίπτωση στεφάνης.



Εικ. 6.9β: Αεραγωγός στην περίπτωση μικρού χυτού (π.χ. ενθέτου).

6.3 Τοποθέτηση σε δακτύλιο πυράκτωσης

Το μέγεθος του δακτυλίου πυράκτωσης είναι ανάλογο της εργασίας που πρόκειται να χυτευθεί.

Τοποθετείται ενδοτικό φύλλο σελλουλόνιτ στην εσωτερική επιφάνεια του δακτυλίου έτσι, ώστε να διευκολύνει τη διαστολή, που υφίσταται τόσο το πυρόχωμα όσο και ο μεταλλικός δακτύλιος στη διάρκεια των θερμικών διαδικασιών, λειτουργώντας ενδοτικά σαν «μαξιλαράκι».

Πρέπει να απέχει περίπου 6mm από το χείλος του μεταλλικού δακτυλίου, για να μπορεί να κρατηθεί το πυρόχωμα στη θέση του.

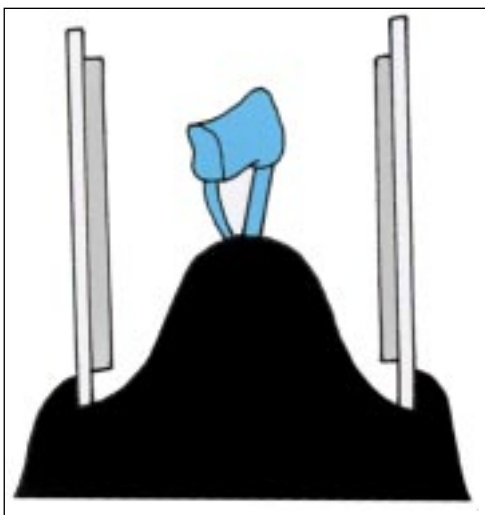
Παλιότερα γινόταν χρήση φύλλου αμιάντου. Επειδή όμως ο αμιάντος είναι καρκινογόνο υλικό, πλέον έχει αποσυρθεί και δε χρησιμοποιείται (εικ. 6.10).

Μετά την τοποθέτηση των αγωγών χύτευσης στο κέρινο ομοίωμα ακολουθεί η απόσπαση -με πολύ προσεκτικούς χειρισμούς για την αποφυγή στρέβλωσης ή ακόμα και θραύσης- από το εκμαγείο εργασίας.

Στη συνέχεια το χυτό συγκολλάται πάνω στον κώνο της βάσης του δακτυλίου και ψεκάζεται ή επαλείφεται με υγρό, που μειώνει την επιφανειακή τάση του

κεριού και διευκολύνει τη διαβροχή, συμβάλλοντας στη δημιουργία καθαρού και λείου χυτού. Μετά στεγνώνεται προσεκτικά, γιατί ατελές στέγνωμα οδηγεί σε χυτό με επιφανειακή τραχύτητα.

Εφαρμόζεται ο ανάλογος δακτύλιος στη βάση με τη βοήθεια συγκολλητικού κε-
ριού. Στη συνέχεια ακολουθεί η επένδυση του κέρινου ομοιώματος με πυρόχωμα.



Εικ. 6.10: Τοποθέτηση φύλλου σελλουλόιντ.

6.4 Επιλογή πυροχώματος ανάλογα με το κράμα χύτευσης

Για την κατασκευή των οδοντιατρικών χυτών χρησιμοποιούνται ειδικές πυ-
ριάντοχες ουσίες, γνωστές σαν οδοντιατρικά πυροχώματα. Αυτές επενδύουν το
κέρινο ομοίωμα και αργότερα αποτελούν τα τοιχώματα του καλουπιού μέσα
στο οποίο θα χυτευθεί το οδοντιατρικό κράμα.

Τα πυροχώματα διαστέλλονται τόσο κατά την πήξη τους, όσο και κατά τη
θέρμανσή τους, προκειμένου να εξουδετερώσουν τη συστολή του κράματος, που
συμβαίνει κατά τη στερεοποίησή του, καθώς και τη συστολή του κεριού εξαιτίας
των μεταβολών της θερμοκρασίας.

Η συστολή, την οποία πρέπει να αντισταθμίσει το πυρόχωμα, είναι το άθροι-
σμα της συστολής του κεριού (0,1-0,5%) και της συστολής του κράματος (1,25-
2%). Για το λόγο αυτό, το πυρόχωμα πρέπει να αντισταθμίσει μια συστολή που
μπορεί να φτάσει ή και να ξεπεράσει το 2%. Η δράση των πυροχωμάτων μπο-
ρεί να δοθεί με την παρακάτω εξίσωση:



Συστολή κεριού + συστολή κράματος \longrightarrow **Διαστολή πυροχώματος**
(πήξης, υγροσκοπική, θερμική)

Στην οδοντιατρική χρησιμοποιούνται διάφορα κράματα χύτευσης με διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής, καθώς και διαφορετικό θερμοκρασιακό διάστημα τήξης. Για κάθε κατηγορία λοιπόν κραμάτων χρειάζεται και διαφορετικός τύπος πυροχώματος, ο οποίος πρέπει να αντισταθμίσει τις διαφορετικές φυσικές ιδιότητες του κάθε κράματος, ώστε να είναι δυνατή η κατασκευή τέλειων –όσο το δυνατό– χυτών.

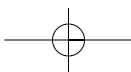
Κάθε πυρόχωμα αποτελείται γενικά από τρεις διαφορετικές ομάδες υλικών:

- α) **Πυρίμαχο υλικό**
- β) **Συνδετικό υλικό**
- γ) **Διάφορες χημικές ουσίες** που προστίθενται συχνά σε μικρές ποσότητες για την τροποποίηση διαφόρων φυσικών ιδιοτήτων.

Τα πυροχώματα διακρίνονται στα εξής είδη:

1. **Πυροχώματα που περιέχουν σαν συνδετική ουσία γύψο (απλά πυροχώματα).**
2. **Πυροχώματα που δεν περιέχουν γύψο, σαν συνδετική ουσία (ειδικά πυροχώματα).** Αυτά είναι:
 - α) **Πυροχώματα φωσφορικού τύπου.**
 - β) **Πυροχώματα πυριτικού τύπου.**
 - γ) **Πυροχώματα μαγνησίας.**
3. **Πυροχώματα για συγκόλληση.**

Μια πολύ σημαντική ιδιότητα των πυροχωμάτων είναι η ικανοποιητική αντοχή που πρέπει να διαθέτουν, για να ανταπεξέρχονται στις δυνάμεις που εφαρμόζονται σε όλα τα στάδια κατασκευής των χυτών προσθετικών αποκαταστάσεων. Η έλλειψη της αντοχής αυτής –κυρίως κατά τη στιγμή της πρόσκρουσης του λιωμένου κράματος στα τοιχώματα της μήτρας κατά τη χύτευση– μπορεί να είναι αιτία δημιουργίας μικρορωγμών με δυσάρεστα αποτελέσματα για την ποιότητα των χυτών. Η αντοχή των πυροχωμάτων όμως δεν πρέπει να είναι υπερβολικά υψηλή, ώστε να εμποδίζει την συστολή των χυτών κατά την απόψυξη, γιατί τότε θα δημιουργηθούν χυτά χωρίς καλή εφαρμογή.





1. ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΓΥΨΟ

Χρησιμοποιούνται για τα χρυσοκράματα.

Πρέπει να δίνεται προσοχή στα ακόλουθα σημεία κατά τη χρησιμοποίησή τους:

- α)** Τα πυροχώματα είναι ανάγκη να προθερμαίνονται μόνο σε ηλεκτρικά θερμαινόμενους κλιβάνους και όχι πάνω από τους 750° C. Ο χρόνος προθέρμανσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 45 λεπτά, γιατί ο χρόνος παραμονής ευνοεί τα αναγωγικά φαινόμενα.
- β)** Το κερί πρέπει να απομακρύνεται τελείως από το πυρόχωμα, πράγμα που γίνεται μόνο όταν η αποκήρωση γίνει αμέσως μετά την κρυστάλλωση του πυροχώματος και όσο αυτό είναι υγρό. Το στεγνό πυρόχωμα δρα σαν σφουγγάρι· απορροφά το κερί κατά την αποκήρωση.

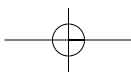
2Α) ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΑ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

Για τα κράματα που λιώνουν πάνω από τους 1.100° C, τα πυροχώματα γύψου είναι ακατάλληλα, γιατί στις θερμοκρασίες αυτές αποσυντίθεται η γύψος και καταστρέφεται το καλούπι. Έτσι, δημιουργήθηκαν αρχικά τα πυροχώματα φωσφορικού τύπου, τα οποία σαν συνδετική ουσία περιέχουν φωσφορικά άλατα.

Τα πυροχώματα αυτά χρησιμοποιούνται για τα κράματα της μεταλλοκεραμικής Co-Cr και για τα παλλαδιούχα που λιώνουν πάνω από 1.110° C. Στα πυροχώματα αυτά το φωσφορικό μαγνήσιο και η φωσφορική αμμωνία αντιδρούν με το χριστοβαλίτη και το χαλαζία κατά τη θέρμανση και σχηματίζουν σύμπλοκους κρυστάλλους φωσφορικού πυριτίου, οι οποίοι είναι ανθεκτικοί στις μεγάλες θερμοκρασίες.

Παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά των πυροχωμάτων φωσφορικού τύπου

- α)** Η σκόνη του πυροχώματος αυτού αναμιγνύεται συνήθως με ένα υδατικό κολοειδές εναιώρημα ή με νερό. **Το ποσοστό της σκόνης του πυροχώματος** σε σχέση με το υγρό καθώς και **το μέγεθος των κρυστάλλων** του χαλαζία ή του χριστοβαλίτη, που περιέχονται στο πυρόχωμα, καθορίζουν τη διαστολή πήξης και τη θερμική διαστολή του πυροχώματος.
- β)** **Ο χρόνος μίξης, η θερμοκρασία του υγρού, η αναλογία υγρού-σκόνης** επηρεάζουν το χρόνο πήξης.
- γ)** **Ο τρόπος μίξης της σκόνης με το υγρό** επηρεάζουν επιπλέον την ακρίβεια και την απόδοση των λεπτομερειών, την απόδοση λείων επιφανειών του χυτού.



ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

Πλεονεκτήματα πυροχωμάτων φωσφορικού τύπου

1. Έχουν μεγαλύτερη αντοχή στη σύνθλιψη, τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές θερμοκρασίες.
2. Είναι λιγότερο πορώδη από τα πυροχώματα γύψου· γι' αυτό επιβάλλεται η τοποθέτηση αγωγών απαέρωσης.

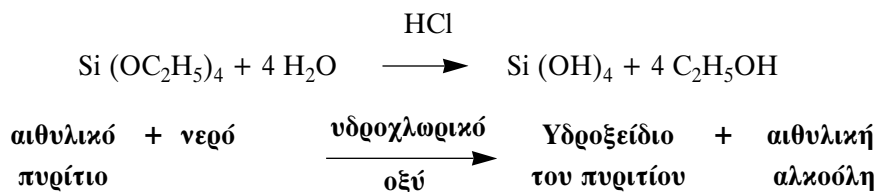
Μειονεκτήματα

Δίνουν πιο ανώμαλες επιφάνειες από τα πυροχώματα γύψου και αυξάνουν τη δημιουργία σφαιριδίων στις επιφάνειες του χυτού.

2β) ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΑ ΠΥΡΙΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

Χρησιμοποιούνται για κράματα που λιώνουν πάνω από 1.100° C έως 1.200° C.

Σαν συνδετική ουσία περιέχουν διάφορα οξείδια του πυριτίου. Η συνδετική ουσία σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της υδρόλυσης του αιθυλικού πυριτίου, παρουσία υδροχλωρικού οξέος ως καταλύτη.



Δε χρησιμοποιούνται σχεδόν καθόλου τα πυροχώματα αυτού του τύπου, λόγω του κόστους κατασκευής τους και του εύφλεκτου χαρακτήρα της αιθυλικής αλκοόλης.

2γ) ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ.

Τα πυροχώματα μαγνησίας σχεδιάστηκαν ειδικά για τη χρήση τους στη χύτευση του τιτανίου. Περιέχουν πολύ μικρή ποσότητα οξειδίου του πυριτίου (SiO₂) (περίπου 2% κ.β.), ενώ εμπλουτίζονται με οξείδιο του μαγνησίου (MgO), αλουμίνας (Al₂O₃) και οξείδιο του ζιρκονίου (ZrO₂). Το τιτάνιο με τα προαναφερθέντα οξείδια δεν αντιδρά και έτσι αποφεύγεται η επιφανειακή μόλυνση των χυτών.



Ιδιότητες των πυροχωμάτων μαγνησίας

1. Είναι χονδρόκοκκα
2. Η διαστολή πήξης είναι μηδενική
3. Η θερμική διαστολή είναι πολύ μικρότερη.
4. Εμφανίζουν μεγαλύτερη διαπερατότητα στα αέρια, αυξάνοντας την ακρίβεια στα όρια των χυτών. Έτσι έχουμε χυτά χωρίς πόρους.

ΠΡΟΣΟΧΗ:

Κατά την πήξη του πυροχώματος μικραίνουν οι πόροι της μάζας του και απομακρύνονται τα αέρια της χύτευσης. Γι' αυτό είναι άκρως απαραίτητη η **τοποθέτηση αεραγωγών** στο κέρινο ομοίωμα της προσθετικής εργασίας.

3. ΠΥΡΟΧΩΜΑΤΑ ΓΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Η μεταβολή των διαστάσεων των πυροχωμάτων πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε να μην αλλοιώνεται η θέση των προσθετικών τμημάτων μετά την ακινητοποίησή τους στο εκμαγείο. Γι' αυτό έχουν μικρότερη διαστολή από τα πυροχώματα που προορίζονται για χύτευση.

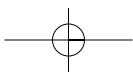
Για να εξασφαλιστεί σταθερή διαστολή στα πυροχώματα, πρέπει η θέρμανσή τους να γίνεται ομοιόμορφα. Για μεγάλες σε έκταση συγκολλήσεις προτιμάται ο ηλεκτρικός φούρνος. Επίσης, είναι πιο πορώδη, κι έτσι εξασφαλίζουν καλύτερη και ταχύτερη θέρμανση στα τμήματα που πρόκειται να συγκολληθούν.

6.5. Τεχνική επένδυσης του κέρινου ομοιώματος με πυρόχωμα

Η επένδυση του κέρινου ομοιώματος με πυρόχωμα πρέπει να γίνεται αμέσως μετά την τοποθέτηση του συστήματος κέρινου ομοιώματος-αγωγών χύτευσης στη βάση του δακτυλίου πυράκτωσης, (μέγιστος χρόνος παραμονής: 45 λεπτά). Σε περίπτωση που αυτό δεν μπορεί να γίνει, πρέπει να τοποθετηθεί σε ψυγείο θερμοκρασίας 3-4° C. Έτσι, αποφεύγεται η παραμόρφωσή του.

Στη συνέχεια **αναμιγνύουμε το πυρόχωμα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή**. Καλύπτουμε αρχικά με πινέλο, προκειμένου να αποκλείσουμε πιθανή παγίδευση αέρα την περιοχή του κέρινου ομοιώματος.

Κατόπιν ρίχνουμε από τα πλάγια χείλη του δακτυλίου σιγά σιγά το υπόλοιπο πυρόχωμα, συγκρατώντας το δακτύλιο πάνω στο δονητή. Για καλύτερα απο-

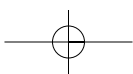




ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ

τελέσματα χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές ανάμιξης και πλήρωσης του δακτυλίου του πυροχώματος σε κενό. **Το πυρόχωμα πρέπει να καλύπτει το ψηλότερο σημείο του ομοιώματος κατά 6mm περίπου. Αυτό θεωρείται κρίσιμο πάχος, διότι εξασφαλίζει την αντοχή του πυροχώματος, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνει τη διαφυγή των αερίων κατά το επόμενο στάδιο της αποκήρωσης.**

Μετά την πήξη του πυροχώματος ο δακτύλιος τοποθετείται σε περιβάλλον σχετικής υγρασίας 100%. **Η διατήρηση αυτή σε υγρό περιβάλλον διευκολύνει την αποβολή του κεριού κατά το στάδιο της αποκήρωσης. Ταυτόχρονα εμποδίζεται η απορρόφηση του κεριού από το πυρόχωμα.**



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η σωστή επιλογή του αγωγού χύτευσης είναι εκείνη που εξασφαλίζει την επιτυχία του χυτού.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούν οι αγωγοί χύτευσης για την εκπλήρωση της αποστολής τους είναι:

1. Κατάλληλο υλικό αγωγού.
2. Κατάλληλο μήκος αγωγού.
3. Κατάλληλη διάμετρος αγωγού.
4. Ύπαρξη ή μη δεξαμενής στον αγωγό.
5. Σημείο και τρόπος συγκόλλησης του αγωγού στο ομοίωμα.
6. Προσανατολισμός του αγωγού μέσα στο δακτύλιο πυράκτωσης.

Οι αγωγοί απαέρωσης (αεραγωγοί) χρησιμεύουν κυρίως για την έξοδο των αερίων, που έχουν αθροιστεί στον κενό χώρο του καλουπιού μετά την αποκήρωση.

Στην εσωτερική επιφάνεια του δακτυλίου πυράκτωσης τοποθετείται τώρα φύλλο σελλουλόιντ αντί αμιάντου, που τοποθετούνταν παλιότερα. Το φύλλο σελλουλόιντ πρέπει να απέχει περί τα 6mm από το χείλος του μεταλλικού δακτυλίου, για να μπορεί να κρατηθεί το πυρόχωμα στη θέση του.

Κάθε πυρόχωμα αποτελείται γενικά από τρεις διαφορετικές ομάδες υλικών:

- α) Από πυρίμαχο υλικό.
- β) Από συνδετικό υλικό.
- γ) Από διάφορες χημικές ουσίες.

Τα πυροχώματα διακρίνονται στα εξής είδη:

1. Πυροχώματα που περιέχουν σαν συνδετική ουσία γύψο (απλά πυροχώματα).
2. Πυροχώματα που δεν περιέχουν γύψο, σαν συνδετική ουσία (ειδικά πυροχώματα). Αυτά είναι:
 - α) Πυροχώματα φωσφορικού τύπου.
 - β) Πυροχώματα πυριτικού τύπου.
 - γ) Πυροχώματα μαγνησίας
3. Πυροχώματα για συγκόλληση.

Η ανάμιξη του πυροχώματος γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι είναι αγωγός χύτευσης;
2. Ποιες προϋποθέσεις πρέπει να τηρούν οι αγωγοί χύτευσης για την εκπλήρωση της αποστολής τους;
3. Τι ελέγχει το μήκος του αγωγού;
4. Ποια είναι η γενική αρχή που καθορίζει τη διάμετρο του αγωγού;
5. Τι διάμετρο πρέπει να έχουν οι αγωγοί χύτευσης **α)** στα χρυσοκράματα **β)** στα παλλαδιούχα κράματα και στα κράματα μεταλλοκεραμικής και **γ)** στο τιτάνιο;
6. Τι γνωρίζετε για τις δεξαμενές;
7. Τι γνωρίζετε για το σημείο και τον τρόπο συγκόλλησης του αγωγού στο χυτό;
8. Τι γνωρίζετε για τον προσανατολισμό των αγωγών χύτευσης και τη χωροταξική θέση του κέρινου ομοιώματος στο μεταλλικό δακτύλιο πυράκτωσης;
9. Τι γνωρίζετε για τους αγωγούς απαέρωσης (αεραγωγούς);
10. Πώς τοποθετούνται οι αγωγοί χύτευσης στο κέρινο ομοίωμα, όταν το κράμα εκλογής είναι το τιτάνιο;
11. Ποιος είναι ο σκοπός της τοποθέτησης φύλλου σελλουλίντ στην εσωτερική επιφάνεια του δακτυλίου πυράκτωσης;
12. Πώς γίνεται η προετοιμασία του κέρινου ομοιώματος, για να τοποθετηθεί στο δακτύλιο;
13. Τι γνωρίζετε για τη δράση των πυροχωμάτων;
14. Τι γνωρίζετε για τα πυροχώματα από γύψο;
15. Τι γνωρίζετε για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των πυροχωμάτων φωσφορικού τύπου;
16. Πλεονεκτήματα -Μειονεκτήματα πυροχωμάτων φωσφορικού τύπου.
17. Ποιες είναι οι ιδιότητες των πυροχωμάτων μαγνησίας;
18. Τι γνωρίζετε για τα πυροχώματα για συγκόλληση;
19. Ποια χρονική στιγμή πρέπει να γίνει η επένδυση του κέρινου ομοιώματος με πυρόχωμα και γιατί;
20. Πώς γίνεται η επένδυση του κέρινου ομοιώματος με πυρόχωμα;
21. Πόσο πρέπει να καλύπτει το πυρόχωμα το κέρινο ομοίωμα και γιατί;
22. Γιατί ο δακτύλιος πυράκτωσης μετά την πήξη του πυροχώματος τοποθετείται σε περιβάλλον σχετικής υγρασίας;

