

## Γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις

Β. ΚΑΨΑΜΠΕΛΗ<sup>1</sup>, Α. ΜΠΑΚΟΠΟΥΛΟΥ<sup>2</sup>, Δ. ΓΑΡΕΦΗΣ<sup>3</sup>

Εργαστήριο Ακίνητης Προσθετικής και Ποσθετικής επί Εμφυτευμάτων, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ.

## Galvanoceramic restorations

B. KAPSABELI<sup>1</sup>, A. BAKOPOULOU<sup>2</sup>, P. GAREFIS<sup>3</sup>

Department Fixed and Implant Prosthodontics, Dental School, Aristotle University of Thessaloniki.

### Περίληψη

Οι γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις έχουν χρησιμοποιηθεί εδώ και αρκετές δεκαετίες ως εναλλακτική λύση των συμβατικών μεταλλοκεραμικών αποκαταστάσεων, κυρίως, σε περιοχές υψηλών αισθητικών απαιτήσεων. Ωστόσο, δεν έτυχαν της αναμενόμενης ευρείας εφαρμογής, λόγω της παράλληλης ανάπτυξης των ολοκεραμικών συστημάτων, αλλά και κάποιων τεχνικών δυσκολιών, όπως της ανάγκης για εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό. Οι γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις βασίζονται στην όπτηση κεραμικού υλικού πάνω σε πολύ λεπτό φύλλο καθαρού χρυσού που δημιουργείται στα οδοντικά κολοβώματα με την τεχνική της ηλεκτροεπίστρωσης. Η τεχνική αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή μιας ποικιλίας επανορθωτικών αποκαταστάσεων, όπως ένθετα, επένθετα, στεφάνες, γέφυρες, τηλεσκοπικές κατασκευές κ.α. Στα κυριότερα πλεονεκτήματά των γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων συγκαταλέγονται η εξαιρετική οριακή τους εφαρμογή (<20μm), η άριστη αισθητική λόγω της ευνοϊκής αντανάκλασης του φωτός στο υποκείμενο χρυσό υπόστρωμα, η υψηλή αντίσταση στη διάβρωση και η συνεπαγόμενη άριστη βιοσυμβατότητα τους, καθώς και η έλλειψη πόρων ή άλλων ατελειών, λόγω απουσίας σταδίου χύτευσης. Το σημαντικότερο μειονέκτημα τους είναι η τουλάχιστον μέχρι σήμερα μη τεκμηριωμένη ποιότητα δεσμού μεταξύ χρυσού-πορσελάνης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κριτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις ενδείξεις, αντενδείξεις, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων, καθώς και η περιγραφή των κλινικών και εργαστηριακών διαδικασιών εφαρμογής τους.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις, ηλεκτροεπίστρωση, μεταλλοκεραμικός δεσμός, χρυσές καλύπτρες.

### Summary

Several systems for esthetic restorations have been developed in response to increasing demands from both patients and dentists. Among those galvanoceramic restorations are based on porcelain firing over a very thin layer of pure gold plated over the abutments with the gold-electroforming technique.

The aim of this study is to critically review the literature on the indications, contraindications, advantages and disadvantages of galvanoceramic restorations and to describe the clinical and laboratory procedures applied in today's clinical practice.

The galvanic process involves the electrolytic deposition of gold ions on a specially prepared die. During the last ten years electroforming is widely used in conservative and restorative dentistry. The main clinical indications for electroformed structures are inlays, onlays, crowns, fixed partial dentures or telescopic restorations.

The galvanoceramic restorations have many advantages, such as their excellent biocompatibility, the ideal marginal fit (<20μm), the good aesthetics in visible areas of the mouth due to the nice reflection of the yellow colour of the gold coping and the lack of porosity, attributed to the casting procedure of conventional metal ceramic systems. Their main disadvantage is however the uncertain bond quality of the ceramic material fused to pure gold.

Gold electroformed metal-ceramic restorations have been proposed as alternatives to conventional metal-ceramic and all-ceramic restorations, without major differences during the clinical procedures. Being compared with all ceramic systems of high translucency, they are highly suggested for restorations of discolored teeth or those restored with metallic posts and cores, providing superior esthetic outcome. However, further investigation is necessary to validate their long-term clinical success.

KEY WORDS: galvanoceramic restorations, electroforming, pure gold copings

— Στάλθηκε στις 7.5.2007. Εγκρίθηκε στις 4.10.2007.

<sup>1</sup> Οδοντίατρος

<sup>2</sup> Οδοντίατρος - Διδάκτωρ Α.Π.Θ.

<sup>3</sup> Οδοντίατρος - Προσθετολόγος

Received on 7<sup>th</sup> May, 2007. Accepted on 4<sup>th</sup> Oct., 2007.

<sup>1</sup> Dentist

<sup>2</sup> Dentist -- Dr

<sup>3</sup> Dentist

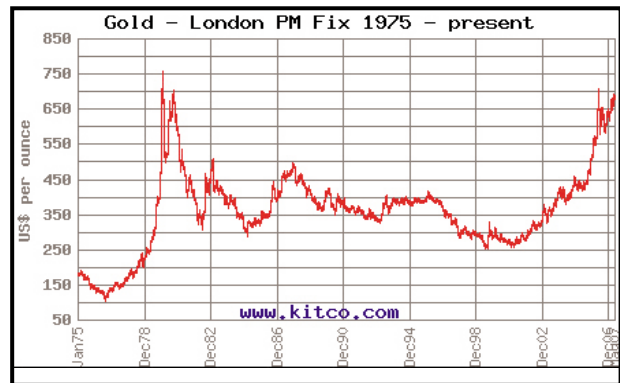
## A. Εισαγωγή

Διάφορα συστήματα αισθητικών προσθετικών αποκαταστάσεων έχουν, κατά καιρούς, αναπτυχθεί προκειμένου να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες απαιτήσεις τόσο των ασθενών όσο και των οδοντιάτρων. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις, οι οποίες βασίζονται στην όπτηση κεραμικού υλικού πάνω σε πολύ λεπτό φύλλο καθαρού χρυσού που δημιουργείται στα οδοντικά κολοβώματα με την τεχνική της ηλεκτροεπίστρωσης. Αν και αποτελεί μια τεχνική που εισήχθη στην Οδοντιατρική τη δεκαετία του 1960 με εξαιρετικά αισθητικά αποτελέσματα, είχε περιορισμένη χρήση, σε αντίθεση με τις συμβατικές μεταλλοκεραμικές και αργότερα τις ολοκεραμικές αποκαταστάσεις. Σε αυτό συνέβαλε μεταξύ άλλων, το υψηλό κόστος, η αρχική πολυπλοκότητα της διαδικασίας ηλεκτροεπίστρωσης και, κυρίως, η ανάγκη για εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό.

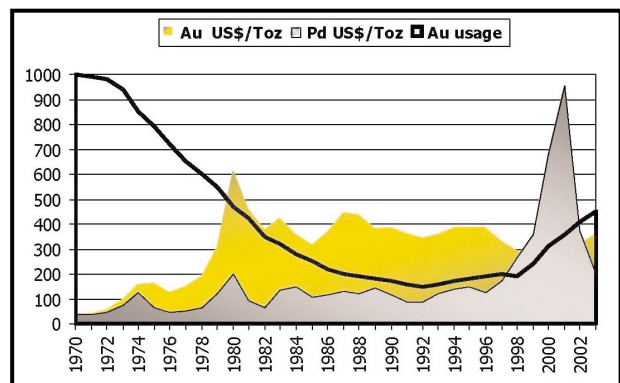
Κάνοντας μια σύντομη αναδρομή στις δεκαετίες του 20ου αιώνα διαπιστώνεται ότι στη δεκαετία του 1960 άρχισαν να κερδίζουν σημαντικό έδαφος οι μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις, στις οποίες συνδυάζονταν με επιτυχία η καλή εφαρμογή και αντοχή του μεταλλικού σκελετού με τη σκληρότητα και την αισθητική της πορσελάνης, ως υλικού επικάλυψης. Η τεχνική αυτή έγινε γρήγορα, και παραμένει μέχρι σήμερα, διαδικασία επιλογής στην κατασκευή ακίνητων προσθετικών αποκαταστάσεων<sup>1</sup>. Την ίδια χρονική περίοδο, ο χρυσός χρησιμοποιούνταν στην αποκαταστατική οδοντιατρική είτε ως καθαρό μέταλλο είτε ως συστατικό κράματος με ευγενή μέταλλα<sup>2</sup>. Όπως φαίνεται στις εικόνες 1 και 2, η τιμή του χρυσού, το 1980, εκτινάχθηκε στα ύψη γεγονός που οδήγησε στην εφαρμογή δύο υποκατάστατων συστημάτων, των μη-πολύτιμων (βασικών) κραμάτων και των ημιπολύτιμων κραμάτων που βασίζονταν, κυρίως, στο παλλάδιο. Όταν, όμως, κατά το έτος 1999, η τιμή του παλλάδιου γνώρισε οριακή άνοδο (Εικ. 2), οι οδοντίατροι στράφηκαν και πάλι στα πλεονεκτήματα του χρυσού. Έτσι, σύμφωνα με το World Gold Council, σήμερα, η ετήσια κατανάλωση χρυσού παγκοσμίως στην οδοντιατρική ανέρχεται στους 70 περίπου τόνους<sup>2</sup>.

Η έναρξη της τεχνολογίας της ηλεκτροεπίστρωσης χρονολογείται στην αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, περίπου, το 1800 με 1820 μ.Χ. Βάση της αποτέλεσε η ανάπτυξη του ηλεκτρισμού, ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία. Με την εξέλιξη της ηλεκτροεπίστρωσης ασχολήθηκαν μεγάλα ονόματα της ιστορίας της επιστήμης, όπως Michael Faraday (1791-1867), Sir Humphry Davy (1778-1829), Max Schlöter (1878-1946) και Verner von Siemens (1816-1892)<sup>3</sup>.

Γύρω στο 1930, η τεχνική της ηλεκτροεπίστρωσης χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για την κάλυψη οδοντικών κολοβωμάτων στα αποτυπώματα ή στο εκμαγείο εργασίας με ένα λεπτό φύλλο χαλκού<sup>4</sup> με σκοπό να ενισχυ-



Εικόνα 1: Η διακύμανση της τιμής του χρυσού από το 1975 έως σήμερα. (Πηγή: [www.kitco.com](http://www.kitco.com))



Εικόνα 2: Η σχετική χρήση του χρυσού στις Η.Π.Α. σε σύγκριση με τις τιμές χρυσού και παλλάδιου από το 1970 έως το 2002. (Πηγή: [www.gold.org](http://www.gold.org))

θεί η αντοχή της γύψου, αλλά και να εξασφαλιστεί ο απαιτούμενος χώρος για την κοιλία προσκόλλησης<sup>5,6</sup>. Το 1961, οι Rogers και Armstrong εισήγαγαν τον όρο «ηλεκτροεπίστρωση» (electroforming) για να περιγράψουν την κατασκευή μεταλλικών σκελετών από καθαρό χρυσό για ένθετα<sup>7</sup>, ενώ στη συνέχεια επέκτειναν την εφαρμογή αυτή και για την κατασκευή σκελετών για μεταλλοκεραμικές στεφάνες<sup>8</sup>. Αρχικά χρησιμοποιούνταν ο όρος «ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση» (electroplating), ο οποίος αντικαταστάθηκε σταδιακά από τον όρο ηλεκτροεπίστρωση. Η διαφορά μεταξύ αυτών των διαδικασιών εντοπίζεται στο πάχος του εναποτιθέμενου μετάλλου<sup>9,10</sup>. Η αρχική διαδικασία ηλεκτροεπίστρωσης στηριζόταν στη διάλυση επικίνδυνων κυανιδίων, αλλά, το 1983, ο Wisman εισήγαγε την ηλεκτρολυτική διάλυση, χωρίς κυανίδια<sup>3,11</sup>. Η διαδικασία αυτή ήταν πιο ασφαλής, αλλά ήταν δύσκολη και απαιτούσε ακριβό εξοπλισμό.

Η χρήση της ηλεκτροεπίστρωσης περιορίστηκε σε ειδικά κέντρα στην Γερμανία που διέθεταν τον ειδικό εξοπλισμό γι' αυτό το σκοπό. Το 1991 παρουσιάστηκε το σύστημα ηλεκτροεπίστρωσης Gramm, το οποίο απαιτούσε εξοπλισμό που μπορούσε να οργανωθεί ακόμη και σε μικρό οδοντοτεχνικό εργαστήριο και για λόγους

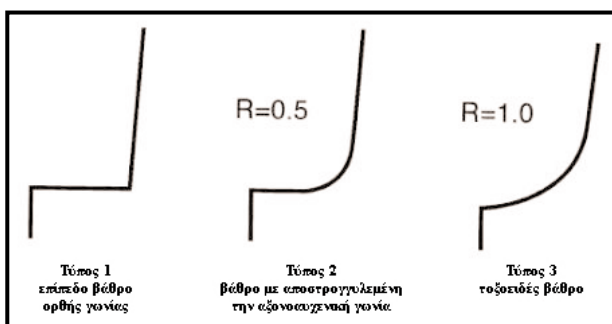
ασφάλειας χρησιμοποιούσε θειούχα συμπλέγματα χρυσού-αμμωνίου προσθέτοντας μια αμίνη, ώστε να σταθεροποιηθεί ο ηλεκτρολύτης<sup>9,12</sup>. Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται και σήμερα. Έτσι, ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι σχετικά οικονομικός, ενώ η τεχνική διαστρωμάτωσης της πορσελάνης δε διαφέρει από εκείνη των συμβατικών μεταλλοκεραμικών αποκαταστάσεων<sup>9,12</sup>.

## B. Κλινικές και εργαστηριακές διαδικασίες της τεχνολογίας ηλεκτροεπίστρωσης στις γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις

Οι κλινικές διαδικασίες (παρασκευές δοντιών, μεταβατικές αποκαταστάσεις, αποτύπωση κτλ) που εφαρμόζονται στις γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις είναι παραπλήσιες με εκείνες των μεταλλοκεραμικών και ολοκεραμικών αποκαταστάσεων. Σχετικά με τον καταλληλότερο τύπο αυχενικού βάρθρου, κατά την παρασκευή δοντιών για γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις παραθέτουμε την έρευνα των Shiratsuchi και συν.<sup>13</sup>, οι οποίοι αξιολόγησαν την επίδραση τριών διαφορετικών τύπων αυχενικού τελειώματος (βάθρο ορθής γωνίας, με αποστρογγυλεμένη εσωτερική γωνία και τοξοειδές βάρθρο) στην οριακή προσαρμογή των χρυσών καλύπτρων και των αντίστοιχων γαλβανοκεραμικών στεφανών, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.

Οκτώ τυποποιημένες ηλεκτροεπιστρωμένες μεταλλοκεραμικές στεφάνες κατασκευάστηκαν για την καθεμία από τις 3 ομάδες. Οι οριακές αποκλίσεις μετρήθηκαν μικροσκοπικά σε 60 συνολικά σημεία για κάθε στεφάνη κατά μήκος της μείζονος περιμέτρου (χειλικά γλωσσικά εγγύς και άπω), τόσο πριν όσο και μετά την όπτηση της πορσελάνης.

Ανάμεσα στις 3 ομάδες βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπου η χαμηλότερη μέση οριακή απόκλιση εντοπίστηκε στο τοξοειδές βάρθρο (17,64-21,78 μm πριν την όπτηση και 23,96-25,72 μm μετά). Οι υψηλότερες τιμές εντοπίστηκαν στο επίπεδο βάρθρο ορθής γωνίας (38,13-49,89 μm πριν και 73,87-89,44 μm μετά). Σε όλες τις περιπτώσεις η οριακή εφαρμογή πριν την όπτηση της πορσελάνης ήταν καλύτερη από ότι μετά. Το συμπέρασμα της μελέτης αυτής<sup>13</sup> ήταν ότι η οριακή εφαρμογή των ηλεκτροεπιστρωμένων μεταλλι-



Εικόνα 3: Οι τύποι αυχενικού τελειώματος που αξιολογήθηκαν στην έρευνα των Shiratsuchi και συν. (2006).

κών κολοβωμάτων και των μεταλλοκεραμικών στεφανών εξαρτάται απ' τον τύπο του αυχενικού ορίου και ελαττώνεται διαδοχικά κατά τη διαδικασία όπτησης της πορσελάνης. Κλινικά τα βάρθρα τύπου 2,3 διευκολύνουν την οριακή εφαρμογή σε σύγκριση με τα βάρθρα τύπου 1 και, συνήθως, είναι αυτά που επιλέγονται.

Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω οι κλινικές διαδικασίες κατασκευής γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων δε διαφέρουν ουσιαστικά από εκείνες των συμβατικών μεταλλοκεραμικών, απαιτείται όμως ιδιαίτερη σχολαστικότητα, ως προς την αυστηρή τήρηση του βάθους αποκοπής των οδοντικών ουσιών και του σαφούς σχηματισμού αυχενικού βάρθρου, δεδομένου ότι η χρυσή ηλεκτροεπιστρωμένη καλύπτρα έχει δεδομένο πάχος (0,2 χιλ.), το οποίο δεν μπορεί να αυξομειωθεί και επιπλέον δεν μπορεί να προσφέρει αντοχή και υποστήριξη στο κεραμικό υλικό, αντίστοιχη με εκείνη των συμβατικών κραμάτων για μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις.

Αντίθετα, σημαντικές διαφοροποιήσεις υπάρχουν κατά την εργαστηριακή διαδικασία, δεδομένου ότι δεν υπάρχει στάδιο χύτευσης, αλλά ο σχηματισμός του μεταλλικού σκελετού γίνεται μέσω της διαδικασίας ηλεκτροεπίστρωσης. Επομένως, απαιτείται ειδικός εξοπλισμός και εμπειρία σε ότι αφορά στο οδοντοτεχνικό προσωπικό. Συνοπτικά, τα βασικά στάδια της εργαστηριακής διαδικασίας είναι τα ακόλουθα<sup>9,12</sup>:

### 1. Προετοιμασία του εκμαγείου

Μετά την προπαρασκευή του δοντιού λαμβάνεται αποτύπωμα, κατασκευάζεται εκμαγείο εργασίας (κινητά κολοβώματα), εξουδετερώνονται οι εσοχές και εφαρμόζεται διαχωριστικό υλικό.

### 2. Αντιγραφή του κολοβώματος

Το πρότυπο κολοβώμα ανατυπώνεται με ελαστομέρες υλικό.

### 3. Προετοιμασία του κολοβώματος

Παρασκευάζεται το ριζικό τμήμα του αντιγράφου, όπως και για τις συμβατικές μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις. Εφαρμόζεται κατάλληλο συρμάτινο καλώδιο σε οπή που δημιουργείται στο πλάγιο του κολοβώματος, με τρόπο ώστε μικρό τμήμα καλώδιου να μένει εκτεθειμένο. Μονώνεται το υπόλοιπο καλώδιο και καλύπτεται η κατασκευή με ασημένιο βερνίκι.

### 4. Επίστρωση (Plating) του κολοβώματος

Η δεξαμενή επίστρωσης (plating vessel) αποτελείται από ένα δοχείο με δοκό ανάδευσης και ένα αυτόματο θερμαντικό κυκλικό στοιχείο. Η κεφαλή επίστρωσης (plating head) εφαρμόζει στην κορυφή του δοχείου και αποτελείται από ένα μικρό αέριο δακτύλιο καλώδιου, την κάθοδο, και ένα μεγάλο αέριο δακτύλιο καλώδιου, την άνοδο, η οποία και θα συγκρατεί το κολοβώμα (Εικ. 4, 5).

Το κατάλληλα προετοιμασμένο κολοβώμα τοποθετείται στην κεφαλή επίστρωσης. Το καλώδιο της επι-



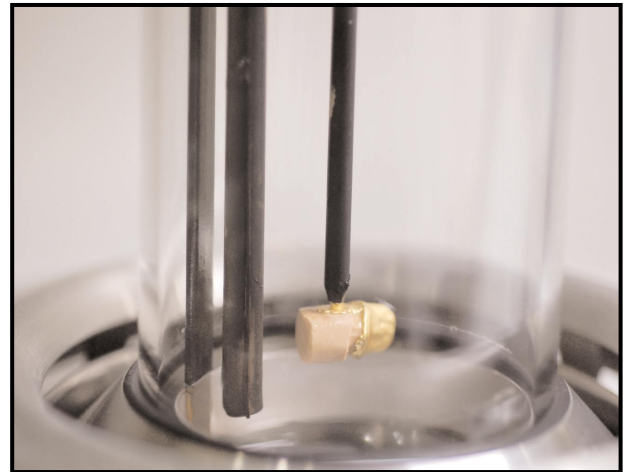
Εικόνα 4: Η δεξαμενή επίστρωσης, αποτελούμενη από δοχείο και δοκό ανάδευσης.



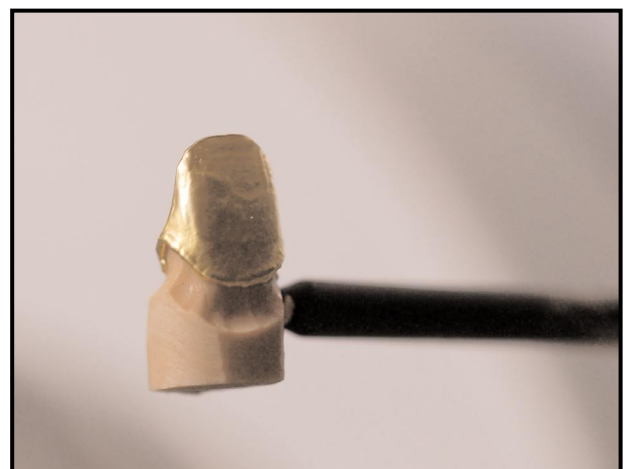
Εικόνα 5: Κεφαλή επίστρωσης.

τρέπει την ηλεκτρική επαφή (Εικ 6). Κατάλληλη ποσότητα διαλύματος θειικού αμμωνίου-χρυσού τοποθετείται στη δεξαμενή επίστρωσης και τίθεται σε λειτουργία το θερμαντικό στοιχείο. Με την ολοκλήρωση του κύκλου θέρμανσης τοποθετείται γυαλιστικό (brightener) στο δοχείο, ώστε να ενεργοποιηθεί η επίστρωση χρυσού. Το γυαλιστικό αποτελείται από σύμπλεγμα αμίνης με νικέλιο και κοβάλτιο που έχει την ιδιότητα να λειαίνει τις επιφάνειες. Η κεφαλή επίστρωσης εφαρμόζεται στο δοχείο και ξεκινάει η διαδικασία η οποία απαιτεί 3 έως 11 ώρες για να ολοκληρωθεί<sup>3</sup>. Οι επιστρωμένες καλύπτρες πρέπει να έχουν ομοιόμορφο πάχος και λεία επιφάνεια (Εικ. 7). Οι φυσαλίδες και ο αποχρωματισμός μπορεί να προκαλέσουν επιπλοκές και να οδηγήσουν σε αδύναμες καλύπτρες<sup>9,12</sup>.

Η αρχή της ηλεκτροεπίστρωσης παρουσιάζεται σχηματικά στην εικόνα 8 και η εναπόθεση χρυσού από τον ηλεκτρολύτη στην κάθοδο στην εικόνα 9.

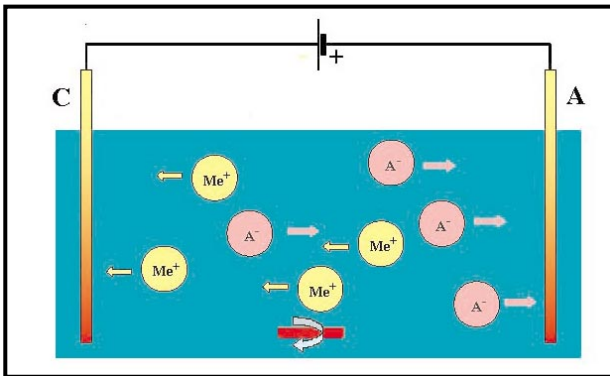


Εικόνα 6: Τοποθέτηση του κολοβώματος στην κεφαλή επίστρωσης μέσω του συρμάτινου καλωδίου και έναρξη της ηλεκτρολυτικής διαδικασίας.



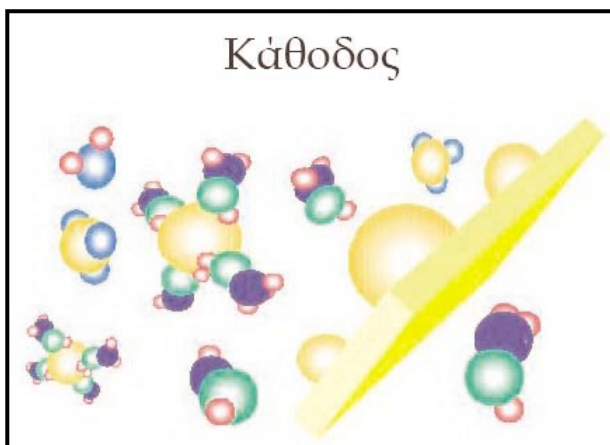
Εικόνα 7: Ολοκλήρωση της επίστρωσης. Η χρυσή καλύπτρα εμφανίζει ομοιόμορφο πάχος και λεία επιφάνεια.





Εικόνα 8: Η αρχή της ηλεκτροεπίστρωσης.

(Πηγή : Hopp M. *Electroforming in Dentistry – New Aspects and Trends, in Gold 2003*  
[http://www.gold.org/discover/sci\\_indu/gold2003](http://www.gold.org/discover/sci_indu/gold2003)).



Εικόνα 9: Σχεδιαγραμματική αναπαράσταση της εναπόθεσης χρυσού από τον ηλεκτρολύτη στο μεταλλικό σκελετό κατά τη διαδικασία της ηλεκτροεπίστρωσης.

(Πηγή : τροποποίηση από Hopp M. *Electroforming in Dentistry – New Aspects and Trends, in Gold 2003*.  
[http://www.gold.org/discover/sci\\_indu/gold2003](http://www.gold.org/discover/sci_indu/gold2003)).

##### 5. Ανάκτηση της χρυσής καλύπτρας και όπτηση της πορσελάνης

Για να απομακρυνθεί η χρυσή καλύπτρα από το κολόβωμα, αφαιρείται καταρχήν το καλώδιο και το κολόβωμα τοποθετείται σε φούρνο ουδετεροποίησης. Η καλύπτρα, μετά την απομάκρυνσή της καθαρίζεται με υπέρηχο, κατόπιν με αμβολή  $Al_2O_3$  και στη συνέχεια τοποθετείται σε αποσταγμένο νερό σε κατάσταση βρασμού, ώστε ν' απομακρυνθούν το θειούχο αμμώνιο και τα έλαια. Τέλος, εφαρμόζεται στην καλύπτρα κατάλληλος συγκολλητικός παράγοντας (βερνίκι σύνδεσης με την πορσελάνη) και ακολουθεί η διαστρωμάτωση και όπτηση του κεραμικού υλικού. Ο συγκολλητικός παράγοντας αποτελείται από μόρια χρυσού και κονιορτοποιημένη πορσελάνη. Η πορσελάνη συγκολλάται σε μικρά οξειδία από τα μόρια χρυσού. Η φύση και η δύναμη του δεσμού πορσελάνης-χρυσού και η πιθανότητα εισαγωγής επένδυσης από κασσίτερο για ν' αυξηθεί η δύναμη

του δεσμού, όπως έχει προταθεί από τους Mc Lean και Sced<sup>14</sup> θα πρέπει να διερευνηθούν περισσότερο. Ωστόσο, επειδή ο συντελεστής θερμικής διαστολής του χρυσού είναι  $14,4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ , που είναι πλησίον των περισσότερων συμβατικών πορσελάνων μεταλλοκεραμικής, υπάρχει θερμική συμβατότητα χρυσού-πορσελάνης, γεγονός που ευνοεί την ακεραιότητα του μεταλλοκεραμικού δεσμού.

Με το σύστημα ηλεκτροεπίστρωσης Gramm που περιγράφηκε πιο πάνω προκύπτει ένα αισθητικό, μη πορώδες και λεπτό (0,2 mm) υπόβαθρο για αποκαταστάσεις με πορσελάνη, οι οποίες έχουν οριακή εφαρμογή που κυμαίνεται από 15–20  $\mu\text{m}^9$ .

Εντούτοις, επειδή με την παραπάνω διαδικασία ηλεκτροεπίστρωσης είναι δυνατό να κατασκευάζονται μόνο μεμονωμένες καλύπτρες, απαιτείται επιπρόσθετα και μια τεχνική σύνδεσης για να μπορέσουν να κατασκευαστούν σύνθετες προσθετικές αποκαταστάσεις (π.χ γέφυρες).

Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες τεχνικές σύνδεσης, οι οποίες σύμφωνα με τη βιβλιογραφία διακρίνονται σε θερμικές και μη θερμικές<sup>3</sup>. Η τεχνική που έχει, κυρίως, επικρατήσει μέχρι και σήμερα στηρίζεται στα εξής στάδια:

- χύτευση
- συγκόλληση
- ακτινοβολήση με laser

Πιο αναλυτικά, για να κατασκευάσουμε μια γέφυρα τα στηρίγματα της οποίας έχουν καλυφθεί με γαλβανοκεραμικές καλύπτρες, προσαρμόζουμε το ενδιάμεσο γεφύρωμα, όταν αυτό έχει τη μορφή κέρινου προπλάσματος με τρόπο, ώστε ένα μικρό τμήμα του να εφάπτεται με τις καλύπτρες. Κατόπιν, το κέρινο πρόπλασμα χυτεύεται με χρυσοπλατίνα μέσω αγωγού. Μετά την αφαίρεση του αγωγού οι καλύπτρες δοκιμάζονται στο στόμα και το γεφύρωμα συνδέεται ενδοστοματικά με τη χρήση κατάλληλης κεραμικής κόνιας με τις γαλβανοκεραμικές καλύπτρες. Η αποκατάσταση υφίσταται στη συνέχεια θερμική κατεργασία στο φούρνο πορσελάνης, ενώ συνήθως υπόκειται επιπλέον στο τέλος σε ακτινοβολήση με laser προκειμένου να ισχυροποιηθεί περαιτέρω η σύνδεση των μεμονωμένων τμημάτων<sup>3</sup>. Δυστυχώς δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντοχή και μακροχρόνια κλινική συμπεριφορά των συνδέσεων αυτών, ιδιαίτερα μάλιστα σε γέφυρες με περισσότερα του ενός γεφυρωμάτων.

##### Γ. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων

Τα τελευταία 10 χρόνια οι γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην αποκαταστατική οδοντιατρική, δεδομένου ότι συγκεντρώνουν μία σειρά από πλεονεκτήματα, τα

κυριότερα από τα οποία είναι <sup>2,3,9,15,16</sup>:

- βέλτιστη οριακή εφαρμογή (15–20 μm), που συμβάλλει σε μακροχρόνια κλινική επιτυχία,
- υψηλή αντίσταση στη διάβρωση,
- άριστη βιοσυμβατότητα,
- χαμηλό βάρος κατασκευής,
- αισθητική εμφάνιση, λόγω του κίτρινου χρώματος του καθαρού χρυσού που προσδίδει εξαιρετικές οπτικές ιδιότητες στην κεραμική επικάλυψη,
- σχετικά απλή κλινική και εργαστηριακή διαδικασία,
- η διαδικασία δεν απαιτεί κατασκευή κέρινου προπλάσματος, επένδυση με πυρόχρωμα, προθέρμανση των δακτυλίων και χύτευση,
- απουσία πόρων που συχνά εμφανίζονται στα χυτά,
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμβατικές πορσελάνες μεταλλοκεραμικής.

Όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα καθιστούν την ηλεκτροεπίστρωση μια σύγχρονη τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση έναντι των ολοκεραμικών και μεταλλοκεραμικών συστημάτων. Υπάρχουν, ωστόσο και ορισμένα μειονεκτήματα, τα κυριότερα από τα οποία είναι <sup>2,3,9,15,16</sup>:

- τεχνική ευαισθησία,
- ανάγκη για εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό
- η ικανότητα της χρυσής καλύπτρας για υποστήριξη της πορσελάνης είναι μικρότερη απ' ό,τι στα συμβατικά χυτά,
- άγνωστα προβλήματα ερπυσμού,
- ο μεταλλοκεραμικός δεσμός στις γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις θεωρείται σύμφωνα με κάποιους ερευνητές συγκρίσιμος με εκείνο των συμβατικών μεταλλοκεραμικών αποκαταστάσεων<sup>3,11</sup> ενώ σύμφωνα με άλλους θεωρείται η «Αχίλλειος πτέρνα» των γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων<sup>9</sup>. Η φύση και η δύναμη του δεσμού πορσελάνης-χρυσού στις γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση,
- υψηλό κόστος.

#### Δ. Ενδείξεις γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων

Μόνο αποκαταστάσεις με ομοιόμορφο πάχος μπορούν να κατασκευαστούν με τη διαδικασία ηλεκτροεπίστρωσης. Η διαδικασία αυτή βρίσκει εφαρμογή στις παρακάτω περιπτώσεις:

1. ένθετα, επένθετα <sup>7,17,18-20</sup>,
2. στεφάνες<sup>21-24</sup>,
3. γέφυρες, σε συνδυασμό με χύτευση ή κάποια άλλη διαδικασία σύνδεσης και άλλες σύνθετες προσθετικές αποκαταστάσεις, όπως νάρθηκοποιημένες στεφάνες<sup>25-29</sup>,
4. μεταλλικές βάσεις για ολικές οδοντοστοιχίες<sup>30,31</sup>,
5. επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις<sup>32,33</sup>,
6. τηλεσκοπικές κατασκευές<sup>33</sup>.

#### Ε. Συμπεράσματα

Όπως φαίνεται από την παραπάνω ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, η διαδικασία ηλεκτροεπίστρωσης μπορεί να προσφέρει λύσεις σε μία ευρεία ποικιλία κλινικών εφαρμογών, όπως ένθετα, επένθετα, στεφάνες, γέφυρες και άλλες περισσότερο σύνθετες προσθετικές αποκαταστάσεις. Τα πλεονεκτήματά των γαλβανοκεραμικών αποκαταστάσεων, όπως η εξαιρετική οριακή εφαρμογή (<20μm), η άριστη αισθητική και η βιοσυμβατότητα είναι αρκετά, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία σε περιπτώσεις πρόσθιων, αλλά και οπίσθιων μεμονωμένων στεφανών, ως εναλλακτικές λύσεις των ολοκεραμικών και συμβατικών μεταλλοκεραμικών στεφανών, με εφαρμογή παραπλήσιων κλινικών διαδικασιών. Οι γαλβανοκεραμικές αποκαταστάσεις ενδείκνυνται, ιδιαίτερα, σε περιπτώσεις αισθητικών αποκαταστάσεων στην πρόσθια περιοχή, όπου τα οδοντικά κολοβώματα φέρουν σκούρα χροιά (λόγω ενδοδοντικής θεραπείας ή προϋπαρχουσών μυλικών ανασυστάσεων με ενδορριζικούς άξονες), πλεονεκτώντας σημαντικά έναντι των ολοκεραμικών συστημάτων υψηλής διαφάνειας. Όμως απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την τεκμηρίωση της επάρκειας του δεσμού χρυσού-πορσελάνης, καθώς και της μακροχρόνιας κλινικής συμπεριφοράς των περισσότερο εκτεταμένων προσθετικών αποκαταστάσεων (π.χ γεφυρών), με παράλληλη αξιολόγηση των διαφόρων τεχνικών σύνδεσης των χρυσών ηλεκτροεπιστρωμένων καλυπτρών με τα ενδιάμεσα χυτευόμενα τμήματα.

#### ΣΤ. Βιβλιογραφία

1. Seymour KG, Samarawickrama DY, Lynch EJ. Metal ceramic crowns-a review of tooth preparation. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 1999; 7(2) :79-84.
2. Knosp H, Holliday RJ, Corti CW. Gold in Dentistry: Alloys, Uses and Performance. *Gold Bulletin* 2003; 36(3) : 93-102.
3. Hopp M, Brandner M: It started with a frog-The Synopsis of Electroforming. *Canadian J Dent Tech* 2000; 4:60-62.
4. Phillips RW, Dettman FJ. A study of some variables associated with copper-plating of dental impressions. *J Prosth Dent* 1956; 6:101 -13.
5. Frankel CB. A scientific approach to the solution of practical problems encountered in electroforming copper dies. *JADA* 1945; 32:1130 -8.
6. Novak A. Solution of difficulties encountered with copper electroformed dies. *JADA* 1949; 39:554 – 60
7. Rogers OW. Porosity in cast gold against electroformed gold matrix in an inlay technique. *Austral Dent J* 1977; 22:100-6.
8. Rogers OW. The dental application of electroformed pure gold. I. Porcelain jacket crown technique. *Aust Dent J* 1979; 24:163-70.
9. Vence BS. Electroforming technology for galvanoceramic restorations. *J Prosthet Dent* 1997; 77:444-9.

10. Stewart RM. Electroforming as an alternative to full ceramic restorations and cast substructures. *Trends Tech Contemp Dent Lab* 1994; 11:42-7.
11. Hopp M: Material and Technological Aspects: in Wirz J, Hoffmann A.: *Electroforming in Restorative Dentistry*; Quintessence Publishing Co. Inc., USA 2000.
12. Behrend F. Gold Electroforming System: GES restorations. *J Dent Technol.* 1997; 14(2):31-7.
13. Shiratsuchi H, Komine F, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of finish line design on marginal adaptation of electroformed metal-ceramic crowns *J Prosthet Dent* 2006; 95:237-42.
14. McLean JW, Sced IR. The bonded alumina crown. I. The bonding of platinum to aluminous dental porcelain using tin oxide coatings. *Aust Dent J* 1976; 21:119-27.
15. Wirz J, Jäger K, Schmidli F. Galvanoforming – Zahnersatz mit hoher Biokompatibilität. *Quintessenz* 1995; 46:539 – 47.
16. Holmes JR, Pilcher ES, Rivers JA, Stewart RM. Marginal Fit of Electroformed Ceramometal Crowns *J of Prosthodont* 1996; 5(2):111-4.
17. Erpenstein H, Borchard R, Kerschbaum T. Long-term clinical results of galvano-ceramic and glass-ceramic individual crowns. *J Prosthet Dent* 2000; 83:530-4.
18. Wirz J, Hoffmann A. *Elektroforming in Restorative Dentistry*. Quintessence Publishing Co. Inc., USA 2000.
19. Wirz J, Jäger K. Zementierbare Einlagefüllungen. *Quintessenz* 1997; 48:1559 -67.
20. Wirz J, Schmidli F, Jäger K. Füllungsrandqualität von Keramikinlays. *Quintessenz* 1996; 47:1565-77.
21. Setz J, Weber H, Diehl J, Frank G, Klaus G. Galvano-keramische Kronen: Herstellung und erste Erfahrungen. *Dental-labor* 1988; 36:71-4.
22. Simonis A, Freesmeyer WB, Benzing U, Setz J. Plaqueanlagerung an galvanokeramische Kronen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1989; 44:793-7.
23. Krieg G. Erste Langzeitergebnisse galvanokeramischer Kronen nach dem AGC-Verfahren – Eine 9- Jahres-Studie. *Quintessenz* 1995; 46:783-8.
24. Kerschbaum T, Erpenstein H. Galvano-keramische Einzelkronen haben sich bewährt; 1997; 87:38-43.
25. Giezendanner P. Galvanoforming für Brückenkonstruktionen. *Quintessenz Zahntech* 1996; 22:1415-41.
26. Mendle R. Die Herstellung von Galvano-Brücken im Eingalvanisierverfahren. *Dental-Labor* 2000; 48:1217-20.
27. Warnecke A. Ästhetisch – biokompatibel – wirtschaftlich. Eingalvanisieren der Galvano-Brücke. *Zahntech Mag* 1998; 2:120-9.
28. Bongartz B, Rosenhain P. Galvanogeformte Doppelkronen und Suprastrukturen in der direkten Technik. *Quintessenz Zahntech* 1996; 22:533-48.
29. Hopp M, Klar A. Der individuell galvanisch geformter Stegreiter für die Kombitechnik. *Quintessenz Zahntech* 2002; 28:840-60.
30. Heinrichs M. Galvano-Titan in der Kombination-sprothetik. *Dental-labor* 2001; 49:1059-67.
31. Kleutges D. Herausnehmbare Suprastruktur auf einem Halteelement auf konischen Keramikpatrizen und galvanogeformten Feingoldmatrizen. *Quintessenz Zahntech* 1999; 25:955-69.
32. Neuendorff G, Ackermann L, Kirsch A, Hahn C. Herstellung einer implantatgetragenen stegretinierten UK-Prothese. *Dental spectrum* 2000; 5:91-114.
33. Yamamoto S, Komine F, Igarashi T. Galvanoforming für Implantatsuprastrukturen. *Quintessenz Zahntech* 2002; 28:344-61.