

ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Κεραμική γέφυρα
Μέλλον ή παρόν;Α.Π. Τριποδάκης,¹ Ι. Κοκκίνης,² Κ. Παπαϊωάννου³

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για αισθητικές προσθετικές αποκαταστάσεις έχουν επιβάλλει τη στροφή της έρευνας και της εξέλιξης προς οδοντιατρικά υλικά που να μη χρειάζονται την παρουσία μεταλλικού σκελετού προκειμένου να εξασφαλιστεί η απαραίτητη αντοχή. Προς την κατεύθυνση αυτή συντελείται μεγάλη πρόοδος στο χώρο των κεραμικών και υαλοκεραμικών υλικών· όμως, στην πλειονότητά τους τα υλικά αυτά έχουν ακόμα το μειονέκτημα της ανεπαρκούς μηχανικής αντοχής. Η εξέλιξη στον τομέα αυτόν οδήγησε σε ένα νέο κεραμικό υλικό, το In-Ceram[®] (Vita, Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), το οποίο, με κυρίαρχο δομικό συστατικό το Al₂O₃ και χάρη στην τεχνική κατασκευής του, έχει σημαντικά βελτιωμένες ιδιότητες, που δίνουν τη δυνατότητα κατασκευής όχι μόνο στεφανών αυξημένης αντοχής, αλλά και ενδοκομμένων αμιγώς κεραμικής γέφυρας μικρής έκτασης. Η μέχρι σήμερα πειραματική, εργαστηριακή και κλινική εμπειρία με το υλικό αυτό, παρόλο που είναι ακόμα περιορισμένη χρονικά, είναι αρκετά ενθαρρυντική και μας δίνει πολλές ελπίδες για ακόμα καλύτερα αποτελέσματα στο μέλλον.

Οδοντοστοματολογική Πρόοδος 1996, 50(4):261–269

Λέξεις ευρετηρίου
Κεραμική γέφυρα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος της καλιπάζουσας εξέλιξης των κεραμικών και υαλοκεραμικών οδοντιατρικών υλικών είναι η κατασκευή προσθετικών αποκαταστάσεων που να διαθέτουν υψηλή αισθητική απόδοση —εφόσον στερούνται μεταλλικού σκελετού— σε συνδυασμό με την απαραίτητη μηχανική αντοχή.^{1,2}

Όσον αφορά στις μεμονωμένες στεφάνες, τα περισσότερα συστήματα που εμφανίστηκαν στη δεκαετία του '80 είχαν ικανοποιητική απόδοση από πλευράς αντοχής στην περιοχή των προσθίων δοντιών. Αντίθετα, στην περιοχή των οπισθίων δοντιών, καθώς και στις περιπτώσεις που αποτομήθηκε η κατασκευή μικρών γεφυρών, τα αποτελέσματα ήταν απογοητευτικά—ιδιαίτερα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα λειτουργίας τους στο στοματικό περιβάλλον, οπότε εμφανίζονταν θραύσεις λόγω κόπωσης των υλικών.³

Τα κεραμικά υλικά, σε αντίθεση με τα υαλοκεραμικά, στόχο έχουν την κατασκευή ενισχυμένου κεραμικού υποστρώματος αυξημένης αντοχής.^{2,4} Οι ιδιότητές τους έχουν βελτιωθεί εξαιρετικά, παρουσιάζοντας για πρώτη φορά αξιόλογες δυνατότητες κατασκευής στεφανών αυξημένης αντοχής, καθώς και αμιγώς κεραμικής γέφυρας μικρής έκτασης.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να επισημανθούν καταρχήν τα εγγενή προβλήματα αντοχής που παρουσιάζονται στα κεραμικά υλικά γενικώς, ώστε στη συνέχεια να γίνει περισσότερο κατανοητή η βελτίωση της αντοχής που πρόσφατα υπόσχονται οι σύγχρονες εξελίξεις. Επίσης, ενδιαφέρον είναι να αναφερθούν τα πρώιμα αποτελέσματα κλινικής εφαρμογής τους.

ΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΡΩΓΜΩΝ
ΣΤΟ ΚΕΡΑΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Τα κεραμικά υλικά¹ είναι ετερογενή από πλευράς δομής, αποτελούμενα από υαλική και κρυσταλλική φάση. Τα SiO₂, κυρίως, μέσω της πυροπλαστικής ιδιότητας που διαθέτουν, κατά την όπτηση και ωρίμανση του κεραμικού υλικού διαμορφώνουν το υαλικό υπόστρωμα, ενώ τα Al₂O₃ (αλουμίνα) διατηρούν την κρυ-

Εργαστήριο Ακίνητης Προσθετικής, Οδοντιατρικό Τμήμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών

¹ Επίκουρος Καθηγητής

² Οδοντίατρος

³ Οδοντίατρος

σταλλική δομή τους και είναι εκείνα που αυξάνουν την αντοχή του υλικού. Η αχίλλειος πτέρνα του μικτού αυτού συστήματος είναι η ακαμψία του, λόγω της οποίας δεν μπορεί να παραμορφωθεί, ώστε να απορροφήσει τις ασκούμενες τάσεις. Οι τάσεις αυτές δημιουργούνται είτε λόγω των μεταβολών της θερμοκρασίας κατά την όπτηση, είτε λόγω του τροχισμού του υλικού, είτε λόγω των δυνάμεων που ασκούνται μετά την τοποθέτηση στο στόμα.

Κατά τον McLean,² εκτός από δυναμικές καταστάσεις που δημιουργούν επιφανειακές μικρορωγμές, όπως η θερμική καταπόνηση, η αποτριβή και ο τροχισμός, τα κεραμικά υλικά υποφέρουν και από στατική κόπωση, που επιδεινώνεται από την εμβάπτισή τους σε υγρά και ιδιαίτερα στο σάλιο, μετά την τοποθέτησή τους στο στόμα. Πιστεύεται ότι αυτό οφείλεται σε μια εξαρτώμενη από τάσεις χημική αντίδραση μεταξύ μορίων υγρών και κεραμικού υλικού σε περιοχές με επιφανειακές ατέλειες του υλικού. Συγκεκριμένα, οι Wang και Toolley θεωρούν ότι γίνεται αντικατάσταση ιόντων αλκαλίων του γυαλιού από ιόντα υδρογόνου, τα οποία προσελκύουν μόρια ύδατος στα κενά που αρχικά καταλάμβαναν τα αλκάλια.¹ Οι διαδικασίες αυτές μετά από λίγα χρόνια προκαλούν αύξηση των ρωγμών σε κρίσιμες διαστάσεις, με αποτέλεσμα την αυθόρμητη διάδοση τους και τελικά τη θραύση του υλικού κάτω από την επίδραση μασητικών δυνάμεων, που κανονικά δεν θα ήταν σε θέση να την προκαλέσουν. Έτσι, σε συνδυασμό με την επιφανειακή πορότητα του υλικού, οι ασκούμενες τάσεις δημιουργούν, με τον έναν ή τον άλλο τρόπο, επιφανειακές μικρορωγμές. Η ασυσώρευση τάσεων έχει ως αποτέλεσμα την εξάπλωση των μικρορωγμών από την επιφάνεια μέσα στη μάζα του υλικού.

Η ενέργεια που απαιτείται για τη διάδοση μιας ρωγμής μέσα σ' ένα κεραμικό υλικό είναι γενικά μικρή. Έτσι, όταν μια ρωγμή αρχίσει να εξαπλώνεται, εύκολα προκαλείται πλήρης θραύση του υλικού.

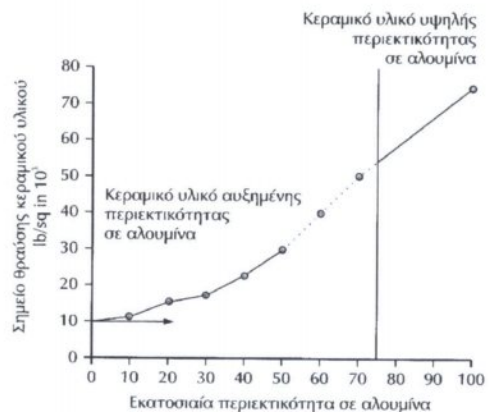
Σημαντικό ρόλο στη δημιουργία και επέκταση κάποιας ρωγμής παίζει το είδος της ασκούμενης τάσης.¹ Το κεραμικό υλικό είναι πολύ ανθεκτικό στις θλιπτικές δυνάμεις. Η άσκηση τέτοιων δυνάμεων τείνει να συμπλησιάζει τα τοιχώματα τυχόν προϋπάρχουσας μικρορωγμής, με αποτέλεσμα να μην ευνοείται η επέκτασή της. Αντίθετα, οι τάσεις στις οποίες το κεραμικό υλικό είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο είναι οι εφελκυστικές, που αποτελούν την πιο συνηθισμένη αιτία θραύσης του. Τέτοιες τάσεις, ακόμα και όταν είναι μικρού μεγέθους, τείνουν να προκαλέσουν απομάκρυνση των τοιχωμάτων των μικρορωγμών, γεγονός που οδηγεί στη σε βάθος προσαγωγή τους.

Ο McLean και άλλοι ερευνητές ασχολήθηκαν με την αύξηση της αντοχής των κεραμικών υλικών, αναζητώντας τρόπους παρεμπόδισης της επέκτασης των ρωγμών μέσα στη μάζα τους. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί, αν αυξηθεί η περιεκτικότητα του υαλώδους υλικού σε κρυστάλλους αλουμίνας (Al_2O_3), που είναι το σκληρότερο και ίσως το ανθεκτικότερο γνωστό οξειδίο (εικ. 1).

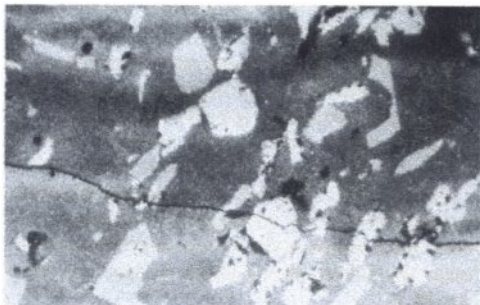
Το μηχανισμό με τον οποίο οι κρυστάλλοι της αλουμίνας αυξάνουν την αντοχή της πορσελάνης, επιχειρούν να ερμηνεύσουν δύο θεωρίες:¹

α. *Η θεωρία της ενιαίας καταπόνησης* (constant-strain theory). Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι ένα σύνθετο υλικό γυαλιού-αλουμίνας συμπεριφέρεται ως ενιαίο σώμα, λόγω της ύπαρξης ισχυρού δεσμού μεταξύ κρυσταλλικής και υαλικής φάσης. Έτσι, μια ρωγμή δεν περνάει μόνο από την υαλική φάση, που είναι περισσότερο εύθραυστη, αλλά αναγκάζεται να περάσει και από τις δύο φάσεις του υλικού (εικ. 2). Στην περίπτωση αυτή η κατανομή των τάσεων είναι ανομοιογενής, καθώς οι υψηλής αντοχής κρυστάλλοι αλουμίνας απορροφούν το μεγαλύτερο ποσοστό του ασκούμενου φορτίου, «ανακουφίζοντας» έτσι από τις τάσεις την περισσότερο εύθραυστη υαλική φάση. Ο συνδυασμός των δύο αυτών φάσεων έχει ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση εξάπλωσης των ρωγμών.

β. *Η θεωρία του περιορισμού του μεγέθους των ρωγμών* (limitation of flaw size theory). Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι οι σκληροί κρυστάλλοι που είναι διεσπαρμένοι στην υαλική φάση περιορίζουν την επέκταση των ρωγμών της, οι οποίες, φθάνοντας



ΕΙΚΟΝΑ 1. Αύξηση της αντοχής του κεραμικού υλικού με την αύξηση της περιεκτικότητας σε κρυστάλλους Al_2O_3 (McLean¹).



ΕΙΚΟΝΑ 2. Κεραμικό υλικό όπου διακρίνεται η κρυσταλλική και η υαλική φάση. Η ρωγμή περνάει και από τις δύο φάσεις.¹

στους κρυστάλλους, χρειάζονται περισσότερη ενέργεια προκειμένου να εξαπλωθούν κι έτσι η πορεία τους αναχαιτίζεται.

Ανεξάρτητα από το ποια θεωρία είναι σωστότερη, η αύξηση του ποσοστού του Al_2O_3 , το μικρό μέγεθος κόκκων, που αυξάνει την πυκνότητά τους, καθώς και η ύπαρξη ισχυρού δεσμού ανάμεσα στην κρυσταλλική και την υαλική φάση, αυξάνουν την αντοχή του κεραμικού υλικού.

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ

Με βάση όλα όσα ήδη αναφέρθηκαν, οι απόγονοι της κλασικής στεφάνης jacket μέσα στη δεκαετία του '80 έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την ύπαρξη ενισχυμένου σε Al_2O_3 κεραμικού υποστρώματος αυξημένης μεν αντοχής, μειωμένης όμως διαφάνειας (όπως Cerestone, Hi-Ceram).

Στη νέα δεκαετία του '90 γίνεται για πρώτη φορά στον οδοντιατρικό χώρο η αξιοποίηση του φαινομένου της *περίτηξης* ή *πυροσυσσωμάτωσης* (*sintering*), που ήδη εφαρμοζόταν σε άλλους βιομηχανικούς χώρους της κεραμικής.⁵⁻⁷ Η περίτηξη είναι το φαινόμενο εκείνο, με το οποίο κατά την όπτηση επιτυγχάνεται μεταβολή του σχήματος των κόκκων του Al_2O_3 και τα σημεία επαφής μεταξύ τους μετατρέπονται σε επιφάνειες επαφής, με αποτέλεσμα οι κόκκοι να συμπλησιάζουν πολύ μεταξύ τους (εικ. 3). Ο όρος «περίτηξη» δεν αναφέρεται σε πλήρη τήξη των κόκκων, δεδομένου ότι αυτή απαιτεί θερμοκρασία υψηλότερη των 2000 °C στην προκειμένη περίπτωση, η μεταβολή του σχήματος γίνεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία μέσω μηχανισμών διάχυσης των ατόμων Al, που προκαλούν δομική διασύνδεση των κόκκων. Δίνεται έτσι η δυνατότητα κατασκευής



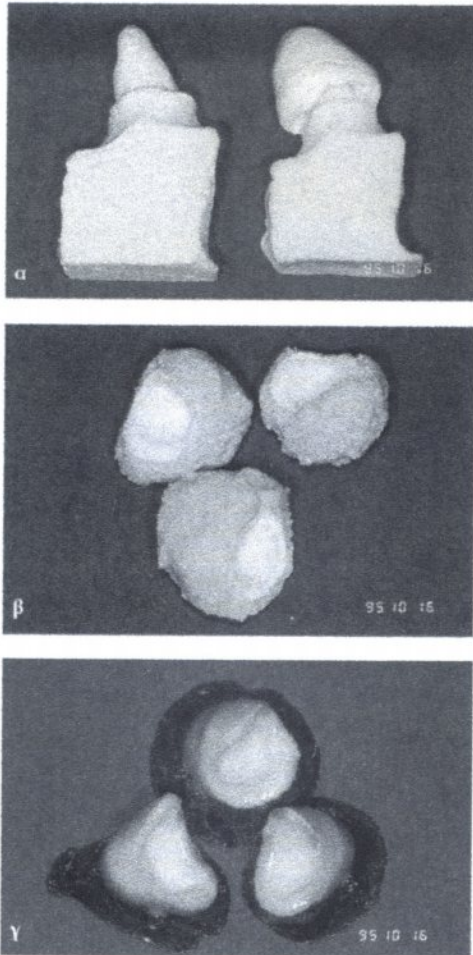
ΕΙΚΟΝΑ 3. Το φαινόμενο της περίτηξης. Οι κόκκοι συμπλησιάζουν πολύ μεταξύ τους, αφήνοντας πολύ μικρούς χώρους που θα καταληφθούν από την υαλική φάση (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany).

κεραμικού υλικού με περαιτέρω μείωση στην περιεκτικότητα σε γυαλί, αυξάνοντας το Al_2O_3 στο 85% με μέγεθος κόκκων 3 μm.⁸ Το υλικό αυτό για την κατασκευή κεραμικού υποστρώματος παρουσιάζει αυξημένη αντοχή και φέρεται με την εμπορική ονομασία In-Ceram[®] (Vita, Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany).

ΤΕΧΝΙΚΗ IN-CERAM

Άμεσα συνδεδεμένη με την επίτευξη της αυξημένης αντοχής του υλικού αυτού είναι η τεχνική κατασκευής των αποκαταστάσεων.^{3,4,6,8-12} Προκειμένου να επιτευχθεί η περίτηξη των Al_2O_3 , γίνεται μια πρώτη όπτηση που αφορά μόνο στην κρυσταλλική φάση. Η δόμηση του κεραμικού υποστρώματος, που περιλαμβάνει καταρχήν μόνο τα Al_2O_3 , γίνεται πάνω σε γύψινο αντίγραφο του κινητού κολοβάματος του εκμαγείου εργασίας. Η ειδική γύψος που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτόν, έχει τις εξής ιδιότητες:

- Αυξημένη απορροφητικότητα λόγω της παρουσίας μεγάλων πόρων. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα δόμησης κεραμικού υλικού αυξημένης ρευστότητας, που όμως αμέσως μετά την επαφή του με το γύψινο αντίγραφο σταθεροποιείται, αφού το νερό απορροφάται γρήγορα και τα σωματίδια Al_2O_3 συμπυκνώνονται.
- Αντισταθμιστική διαστολή κατά την πήξη, η οποία εξουδετερώνει την ελαφρά συστολή που υφίσταται το κεραμικό υλικό κατά την όπτηση.
- Αυξημένη συρρίκνωση κατά την όπτηση. Η συρρίκνωση αυτή επιτελείται ανεξάρτητα από το κεραμικό υπόστρωμα, που διατηρεί τις διαστάσεις του, έτσι ώστε το γύψινο αυτό κολόβαμα να αποσπάται αυτόματα από τα εσωτερικά τοιχώματα του υποστρώματος (εικ. 4α).



ΕΙΚΟΝΑ 4. (α) Το κολόβωμα από ειδική γύψο πριν και μετά την όπτηση. Είναι εμφανής η συρρίκνωση που υφίσταται το υλικό του κολοβώματος κατά την όπτηση. (β) Το κεραμικό υπόστρωμα μετά την πρώτη όπτηση καλυμμένο από το μίγμα υαλικών κόκκων με νερό. (γ) Μετά τη δεύτερη όπτηση και την πλήρωση των κενών του κεραμικού υποστρώματος από την υαλική φάση.

Η πρώτη αυτή όπτηση εξελίσσεται σε θερμικό κύκλο διάρκειας 12 ωρών βραδείας ανόδου, κατά τον οποίο η θερμοκρασία φθάνει στο υψηλό επίπεδο των 1120 °C. Στη μεγάλη αυτή θερμοκρασία και δεδομένου ότι δεν παρεμβάλλεται άλλο υλικό μεταξύ των κόκκων του Al_2O_3 , επιτελείται το φαινόμενο της περίτηξης. Το κεραμικό υπόστρωμα που προκύ-

πτει είναι σχεδόν συμπαγές, άκαμπτο, αλλά στη φάση αυτή πολύ εύθραυστο.

Μεγάλη αντοχή αποκτά μετά την πλήρωση του εναπομένου χώρου από την υαλική φάση. Αυτό επιτελείται σε μια δεύτερη όπτηση. Το κεραμικό υπόστρωμα καλύπτεται με πηκτό μίγμα υαλικών κόκκων με νερό και, όταν η θερμοκρασία ανέλθει στους 1100 °C, η τηγμένη ύαλος εισχωρεί με τριχοειδικά φαινόμενα στο εσωτερικό. Έτσι, επιτυγχάνεται η πλήρωση των κενών και η ισχυρή σύνδεση των κρυστάλλων, αποτέλεσμα της οποίας είναι η μεγάλη αντοχή του υλικού (εικ. 4β, γ).

Η πρώτη φάση της κατασκευής των αποκαταστάσεων In-Ceram τείνει να αντικατασταθεί από σύστημα εκτροχισμού αντιγραφής (copy milling) προκατασκευασμένων ορθογώνιων τεμαχίων In-Ceram πριν την υαλοποίηση (CELAY, Mikrona Technologie, Spreitenbach, Switzerland). Η τεχνική αυτή έχει απλουστεύσει την προαναφερθείσα διαδικασία και πλεονεκτεί ως προς το ότι το υλικό κατασκευής είναι πιο ομοιογενές, εφόσον είναι βιομηχανικά ελεγμένο.^{13,14}

ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν ότι η αντοχή στην κάμψη του υλικού In-Ceram είναι με μεγάλη διαφορά η υψηλότερη που αναφέρθηκε ποτέ για οδοντιατρικά κεραμικά ή υαλοκεραμικά υλικά.^{3,6,7,10,15-17} Συγκεκριμένα, οι Sorensen et al,⁸ αλλά και οι Probster και Diehl⁹ αναφέρουν αντοχή στην κάμψη της τάξης των 400–450 MPa, δηλαδή περίπου στην περιοχή των μεταλλοκεραμικών κατασκευών, γεγονός που καθιστά δυνατή τη χρήση του για την κατασκευή κεραμικού υποστρώματος για γέφυρες όχι μόνο προσθίων, αλλά και οπισθίων δοντιών.

Κλινικές μελέτες στη Γαλλία επιδεικνύουν ποσοστό επιτυχίας 100% σε 5 χρόνια όσον αφορά μεμονωμένες στεφάνες προσθίων και οπισθίων δοντιών και γέφυρες τριών δοντιών στην περιοχή των προσθίων.⁸

Μεγαλύτερες πιθανότητες αποτυχίας υπάρχουν στην περιοχή των οπισθίων δοντιών.⁴ Οι Sorensen et al¹⁸ σημειώνουν πως, στην περιοχή αυτή, θραύσεις συμβαίνουν συχνά στην ομορομασητική διεδρη γωνία του συνδέσμου προς το μέρος του γεφυρώματος. Γι' αυτό, προτείνουν να παρασκευάζονται κιβωτίδια με βάθος 1,0 mm και ύψος 3,0 mm στις όμορες επιφάνειες των στηριγμάτων που γειτονούν με το γεφύρωμα, γεγονός που βελτιώνει κατά 30% περίπου την αντοχή της γέφυρας.

Ο Probster και Diehl⁹ αναφέρουν 100% επιτυχία μετά από δύο σχεδόν χρόνια σε μια κλινική μελέτη με 82 κατασκευές In-Ceram, μεταξύ των οποίων υπήρχαν 14 γέφυρες τριών έως πέντε δοντιών.

Οι Levy και Daniel¹⁹ αναφέρουν ποσοστό αποτυχίας 0,01% για 4000 μεμονωμένες στεφάνες και 1% για 250 γέφυρες προσθίων δοντιών σε διάστημα τεσσάρων ετών, χωρίς όμως να δίνουν πληροφορίες για το πρωτόκολλο, την ανάλυση και την αξιοπιστία των στοιχείων τους.

Οι Futterknecht και Jinoian³ αναφέρουν θραύση τριών από τις 21 συνολικά γέφυρες In-Ceram τριών δοντιών, που είχαν τοποθετηθεί σε διάστημα τεσσάρων ετών. Και οι τρεις αυτές γέφυρες αφορούσαν οπίσθια δόντια και οι θραύσεις σημειώθηκαν εντός των πρώτων τριών εβδομάδων. Πάντως, οι θραύσεις αυτές αποδίδονται πιθανότατα σε συγκριμένα τεχνικά σφάλματα κατά την κατασκευή των γεφυρών. Αντιθέτως, κανένα πρόβλημα ή αποτυχία δεν προέκυψε με τις μεμονωμένες στεφάνες (συνολικά 449) ή τις γέφυρες προσθίων δοντιών.

Οι Berg και Hammer¹¹ αναφέρουν την τοποθέτηση 347 κατασκευών In-Ceram, από τις οποίες 78 ήταν γέφυρες. Σε χρονικό διάστημα ενάμιση έτους σημειώθηκαν θραύσεις τριών γεφυρών και μάλιστα όλες εντός των πρώτων 6–8 εβδομάδων από την τοποθέτησή τους στο στόμα.

Η δική μας εμπειρία με το υλικό In-Ceram περιλαμβάνει την κατασκευή 280 αποκαταστάσεων, από τις οποίες 100 έχουν συμπληρώσει τουλάχιστον τριετή λειτουργία σε 31 ασθενείς.

Με τις 100 αυτές αποκαταστάσεις, από τις οποίες 80 ήταν απλές στεφάνες (60 προσθίων και 20 οπίσθίων δοντιών), δεν σημειώθηκε καμία απολύτως αποτυχία, ακόμα και σε άτομα με παραλειτουργικές έξεις (εικ. 5).

Στην περιοχή των προσθίων δοντιών κατασκευάστηκαν 8 γέφυρες, από τις οποίες οι 7 ήταν τριών δοντιών (δύο συγκρατήματα και ένα ενδιάμεσο γεφύρωμα) και μία ήταν τεσσάρων, περιλαμβάνοντας δύο συνεχή γεφυρώματα. Καμία από τις γέφυρες αυτές δεν έσπασε, ακόμα και εκείνες (πέντε) όπου το γεφύ-



ΕΙΚΟΝΑ 5. Αποκατάσταση άνω γνάθου σε βρυγγομανή. (α) Αρχική εικόνα* ορισμένα στηρίγματα έφεραν χυτούς άξονες. (β) Τα κεραμικά υποστρώματα από In-Ceram στο εκμαγείο. (γ) Οι αποκαταστάσεις στο εκμαγείο* η γέφυρα 13–16 περιλαμβάνει δύο γεφυρώματα. Η γέφυρα έσπασε και αντικαταστάθηκε από μεταλλοκεραμική. (δ) Τελική εικόνα.

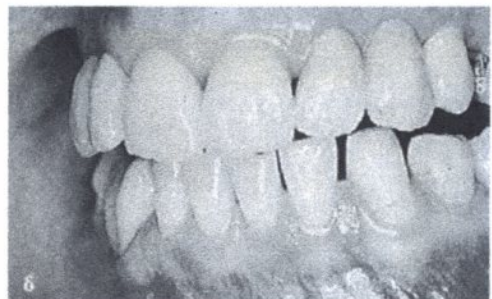
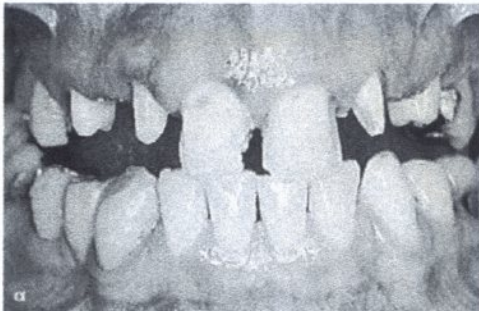
ρωμα ήταν κυνόδοντας (εικ. 6). Στην περιοχή των οπισθίων δοντιών κατασκευάστηκαν 3 γέφυρες τριών δοντιών και μία τεσσάρων, από τις οποίες μόνο η μία εξακολουθεί να λειτουργεί στο στόμα. Μία γέφυρα τριών δοντιών και αυτή των τεσσάρων δοντιών έσπασαν ενάμιση μήνα μετά την τοποθέτηση. Η γέφυρα τριών δοντιών αντικαταστάθηκε από νέα γέφυρα In-Ceram, η οποία παραμένει ακέραια, ενώ η γέφυρα τεσσάρων δοντιών αντικαταστάθηκε από μεταλλοκεραμική γέφυρα (εικ. 5). Ακόμα, μία γέφυρα τριών δοντιών έσπασε ενάμιση έτος μετά την τοποθέτησή της.

Ακόμα, κατασκευάστηκαν 4 γέφυρες με πτερύγια, συνδεδεμένες με ρητίνη στην περιοχή των προσθίων δοντιών, από τις οποίες μόνο μία λειτουργεί κανονικά στο στόμα· δύο ξεκόλλησαν, ενώ μία έσπασε. Και οι τρεις αυτές γέφυρες που απέτυχαν είχαν τοποθετηθεί μετά από ορθοδοντική θεραπεία και η αποτυχία τους αποδίδεται εν μέρει στις αυξημένες δυνάμεις, λόγω της τάσης υποτροπής που υπάρχει, μετά το τέλος της ορθοδοντικής θεραπείας. Επιπλέον, το υλικό In-Ceram, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς του σε

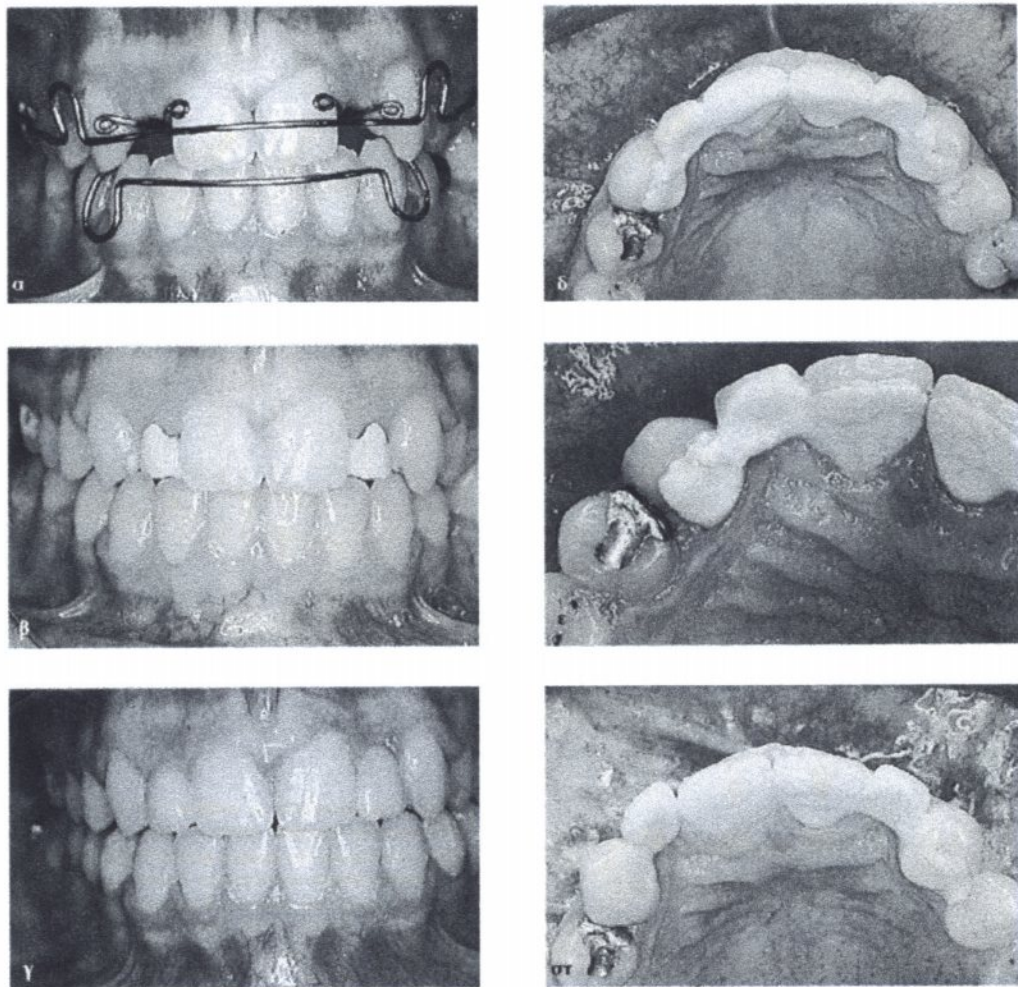
Al_2O_3 , με κόκκους εξαιρετικά μικρής διαμέτρου, παρουσιάζει περιορισμένη έως ανύπαρκτη δυνατότητα αδρόποιησης. Αυτό οφείλεται στο ότι, κατά την αδρόποιηση, εκείνο που διαλύεται είναι η υαλική φάση, που στην προκειμένη περίπτωση είναι πολύ περιορισμένη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η κλινική εφαρμογή του υλικού (συγκράτηση με σύνθετη ρητίνη) να βασιίζεται κυρίως στη χρήση συγκολλητικών παραγόντων και ως εκ τούτου η συγκράτηση να είναι μειωμένης αντοχής (εικ. 7).

Επίσης, τοποθετήθηκαν 5 γέφυρες με πρόβολους στην περιοχή των προσθίων δοντιών (πλάγιος τομέας), που όλες παραμένουν ακέραιες στο στόμα (εικ. 8). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τόσο οι πρόβολοι όσο και τα γεφυρώματα δεν υπόκεινται σε λειτουργικές δυνάμεις κατά τις έκκεντρες κινήσεις της γνάθου (εικ. 8δ, ε).

Τα στοιχεία αυτά, χωρίς να έχουν την πρόθεση να οδηγήσουν σε συμπεράσματα κλινικοστατιστικής μελέτης, βρίσκονται σε συμφωνία με τα ευρήματα των προαναφερθέντων συγγραφέων.



ΕΙΚΟΝΑ 6. Γέφυρες In-Ceram στην περιοχή των προσθίων δοντιών με γεφυρώματα κυνόδοντα. (α) Τα δόντια μετά την παρασκευή τους. Οι 11, 21 παρασκευάστηκαν για την τοποθέτηση κεραμικών όψεων. (β) Το κεραμικό υπόστρωμα των γεφυρών κατά τη δοκιμή τους στο στόμα μετά την τοποθέτηση των όψεων. (γ και δ) Τελική εικόνα. Ελήφθη πρόνοια, ώστε κατά τις πλάγιες κινήσεις οι κυνόδοντες (γεφυρώματα) να μην έρχονται σε επαφή με τους ανταγωνιστές.



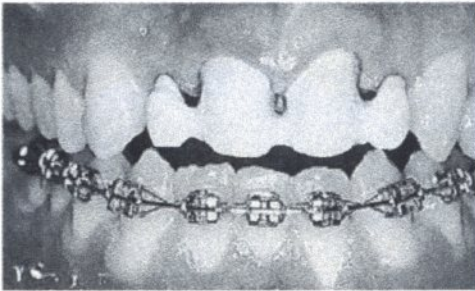
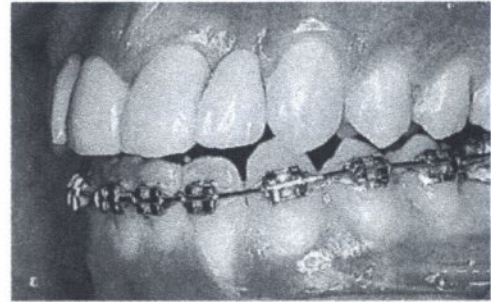
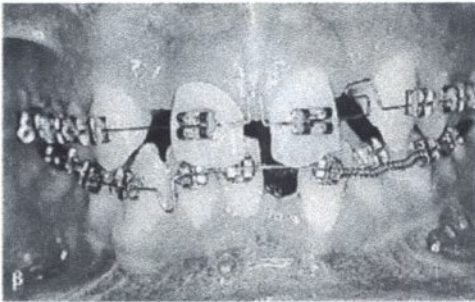
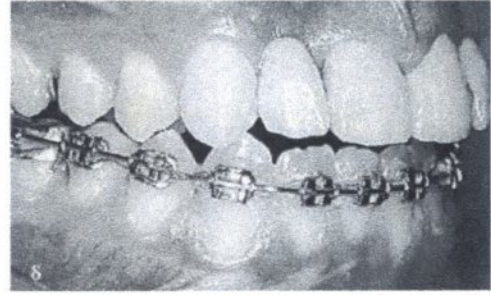
ΕΙΚΟΝΑ 7. Γέφυρες In-Ceram συνδεόμενες με ρητίνη. (α) Ορθοδοντική μετακίνηση των δοντιών στις επιθυμητές θέσεις. (β) Το κεραμικό υπόστρωμα των γεφυρών κατά τη δοκιμή τους στο στόμα. (γ) Τελική εικόνα. (δ) Υπερώια άποψη. (ε) Η μία γέφυρα έσπασε. (στ) Αντικαταστάθηκε από γέφυρα In-Ceram με συγκράτημα ολικής κάλυψης στον κυνόδοντα και πρόβολο τον πλάγιο τομέα.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κεραμικά υλικά δεν είναι προς το παρόν σε θέση να αντικαταστήσουν πλήρως το μέταλλο των μεταλλοκεραμικών κατασκευών. Αναμφισβήτητα όμως, το υλικό In-Ceram αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προόδου στον τομέα αυτόν.^{3,8} Συνδυάζει υψηλή αισθητική

απόδοση, άριστη εφαρμογή στα όρια^{9,20} και αποδοχή από τους μαλακούς ιστούς, χαμηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, ουδέτερη συμπεριφορά στο στόμα, αντίσταση στη διάβρωση και έλλειψη αλλεργιογόνων ιδιοτήτων.

Τα μέχρι σήμερα δεδομένα δείχνουν πως το υλικό In-Ceram μπορεί να χρησιμοποιηθεί με άριστη πρό-



ΕΙΚΟΝΑ 8. Γέφυρα In-Ceram με πρόβολου. (α) Αρχική εικόνα. (β) Συμπλήρωση των κεντρικών τομέων με ορθοδοντικά μέσα. (γ) Το κεραμικό υπόστρωμα της γέφυρας κατά τη δοκιμή του στο στόμα. Η ναρθηκοποίηση των κεντρικών τομέων δίνει μεγαλύτερη αντοχή στη γέφυρα και καλύτερη διατήρηση του ορθοδοντικού αποτελέσματος. (δ και ε) Τελική εικόνα. Στις πλάγιες κινήσεις οι πρόβολοι προστατεύονται από τους κυνόδοντες.

γνωση για την κατασκευή μεμονωμένων στεφανών προσθίων και οπισθίων δοντιών, ενδεχομένως και σε άτομα με παραλειπουργικές έξεις. Για την κατασκευή γεφυρών, παρά τα ομολογούμενως πολύ ελπιδοφόρα ως τώρα αποτελέσματα και προκειμένου να αποφευχθούν απογοητεύσεις, απαιτούνται μακροχρόνιες κλινικές μελέτες, διάρκειας μεγαλύτερης των 5 ετών και με μεγαλύτερο αριθμό κατασκευών, πριν εξαχθούν οριστικά συμπεράσματα.^{4,9,10} Γέφυρες στην περιοχή των προσθίων δοντιών, είτε με ενδιάμεσο γεφύρωμα είτε με πρόβολο, έχουν καλή πρόγνωση. Αντίθετα, αντενδείκνυται η κατασκευή γεφυρών συνδεόμενων με ρητίνη και γεφυρών στην περιοχή των οπισθίων

δοντιών, καθώς είναι πολύ πιθανό να καταλήξουν σε αποτυχία.

Πάντως, η αμιγώς κεραμική γέφυρα, έστω και μικρών διαστάσεων προς το παρόν, αποτελεί σπουδαία καινοτομία στο χώρο της Προσθητικής και δίνει ελπίδες για τελειότερες και πιο εκτεταμένες γέφυρες στο μέλλον.

Πρόσφατες έρευνες με τη χρήση κεραμικού υλικού εμπλουτισμένου με οξείδια του ζirkονίου δίνουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα, καθώς σε αρχικές μελέτες διαπιστώθηκε 100% καλύτερη αντοχή σε σχέση με το υλικό In-Ceram.

ABSTRACT

Key words
Ceramic bridge

TRIPODAKIS AP, KOKKINIS I, PAPAIOANNOU C. *Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, University of Athens, Greece.* Ceramic bridge. Future or present? *Odontostomatological Progress* 1996, 50(4):261–269.

Constantly increasing demands for improved esthetics in fixed prosthodontics have turned the researchers' attention towards ceramic and glass-ceramic materials, which do not require the presence of a metal substructure in order to obtain the essential strength. Unfortunately, most of these materials still have the drawback of insufficient resistance to various stresses. Therefore, their use in bridge fabrication will probably lead to failure. As far as mechanical resistance is concerned, ceramic materials can be improved by obstructing crack propagation, increasing the Al_2O_3 content and thus decreasing the proportion of glass. When this is attained by sintering, Al_2O_3 particles join together into an aggregate and eventually constitute 85% of the material after addition of glass. This material was introduced into market with the trade name "In-Ceram[®]" (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany). Data collected from research states that flexural strength of In-Ceram by far surpasses strength of any other dental ceramic material, ranging between 400 and 450 MPa. Clinical studies, even though still rather short in duration, show that In-Ceram can be used for fabricating crown frameworks in the anterior as well as in the posterior region. Bridges in the anterior region with one pontic or cantilever have a good prognosis as well. On the contrary, resin-bonded bridges and bridges in the posterior region are not advisable.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- McLean JW. The science and art of dental ceramics. Vol 1, 1st ed, Quintessence Publ Co, Chicago, 1980:23–63, 95–111
- McLean JW, Kedge MI. High-strength ceramics. *Quintessence Int* 1987, 18:97–106
- Futerknecht N, Jinoian V. A renaissance of ceramic prosthetics? *QDT* 1992:65–78
- Probster L. Compressive strength of two modern all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1992, 5:409–414
- Reed JS. Introduction to the principles of ceramic processing. John Wiley and Sons, New York, 1988:440–474
- Claus H. Vita In-Ceram, ein neues Verfahren zur Herstellung oxidkeramischer Gerüste für Krönen und Brücken. *Quintessenz Zahntech* 1990, 16:35–46
- Sadoun M. All ceramic bridges with the slip-casting technique. Proceedings of the 7th International Symposium on Ceramics, Paris, 1988
- Sorensen JA, Knobe H, Torres TJ. In-Ceram all-ceramic bridge technology. *QDT* 1992:41–46
- Probster L, Diehl J. Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. *Quintessence Int* 1992, 23:25–31
- Probster L, Diehl J. Klinik und Technik der keramischen Krönen- und Brückensystems In-Ceram. *Quintessenz Zahnärztl Lit* 1990, 41:613–624
- Berg C, Hammer P. In-Ceram: Ungeahnter Fortschritt in der metallfrei Keramik. *Dent Labor* 1990, 8:1043
- Kern M, Knobe H, Strub JR. The all-porcelain, resin-bonded bridge. *Quintessence Int* 1991, 22:257–262
- Eidenbenz S, Lehner C, Scharer P. Copy milling ceramic inlays from resin analogs: A practicable approach with the CELAY system. *Int J Prosthodont* 1994, 7:134–142
- Siervo S, Bandettini B, Siervo P, Falleni A, Siervo R. The CELAY System: A comparison of the fit of direct and indirect fabrication techniques. *Int J Prosthodont* 1994, 7:434–439
- Seghi RR, Sorensen JA, Engelman MJ, Roumanas E, Torres TJ. Flexural strength of new ceramic materials. *J Dent Res* 1990, 69:299 (abstract)
- Probster L, Weber H, Diehl J, Weigel E. Erste klinische und werkstoffkundliche Erfahrungen mit dem vollkeramischen Krönen- und Brückensystem In-Ceram. *Zahnärztl Welt Ref* 1990, 99:816–820
- Kappert HF, Knobe H, Schultheiss R. Festigkeitsverhalten der In-Ceram-Keramik bei mechanischer und thermischer Wechsellast in Kunstspeichel. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991, 46:129–131
- Sorensen JA, Kang SK, Roumanas E, Avera SP. Effect of preparation design on flexural strength of all-ceramic bridges. *J Dent Res* 1991, 70(Special issue):471(abstract)
- Levy H, Daniel X. Apport des ceramiques structurales en ceramique le systeme In-Ceram. *Prothese Dent* 1990, 44:35–45
- Sorensen JA, Kang SK, Kyomen SM, Avera SP, Faulkner R. Marginal fidelity of all-ceramic bridges. *J Dent Res* 1991, 70(Special issue):540(abstract)