

Προσθετικές αποκαταστάσεις με σύνδεση φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων

Χ. ΗΛΙΑ¹, Ο. ΝΑΚΑ^{2Α}, Ε. ΚΟΝΤΟΝΑΣΑΚΗ^{3Β}, Δ. ΤΟΡΤΟΠΙΔΗΣ^{4Β}

^Α. Εργαστήριο Κινητής και Ανωτέρας Προσθετικής

^Β. Εργαστήριο Ακίνητης Προσθετικής και Προσθετικής Εμφυτευματολογίας, Οδοντιατρικό Τμήμα, Σχολή Επιστημών Υγείας Α.Π.Θ.

Tooth-implant supported prosthetic restorations

X. ILIA¹, O. NAKA^{2A}, E. KONTONASAKI^{3B}, D. TORTOPIDIS^{4B}

Department of Removable Prosthodontics,

Department of Fixed Prosthesis and Implant Prosthodontics,

Dental School, Faculty of Health Sciences, Aristotle University of Thessaloniki.

Περίληψη

Οι αποκαταστάσεις μικτής στήριξης, με σύνδεση φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων, μπορούν να αποτελέσουν βιώσιμη θεραπευτική επιλογή σε περιπτώσεις όπου σημαντικοί ανατομικοί περιορισμοί, συστηματικές παθήσεις ή οικονομικοί λόγοι εμποδίζουν την τοποθέτηση επιπλέον αριθμού εμφυτευμάτων για την κατασκευή μιας αμιγούς επιεμφυτευματικής προσθετικής εργασίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση και η κριτική αξιολόγηση των κλινικών παραγόντων που επηρεάζουν την επιβίωση των αποκαταστάσεων με σύνδεση φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων, καθώς και των ποσοτών επιβίωσης και επιπλοκών των αποκαταστάσεων αυτών μικτής στήριξης.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση των αποκαταστάσεων με σύνδεση δοντιών-εμφυτευμάτων φαίνεται να σχετίζονται με το είδος της σύνδεσης (άκαμπτη ή ενδοτική) και την εμβιομηχανική συμπεριφορά δοντιών και εμφυτευμάτων. Τα ποσοστά επιβίωσης των αποκαταστάσεων μικτής στήριξης εμφανίζουν διαφοροποίηση, ανάλογα με το χρόνο παρακολούθησης με φθίνουσα πορεία, και κυμαίνονται από 95,1% στην πενταετία μέχρι 77,78% στη δεκαετία. Οι πιο συχνές τεχνικές επιπλοκές είναι η θραύση του αισθητικού υλικού, η αποκόλληση της αποκατάστασης, η αποκοχλίωση του κολοβώματος και της βίδας κοχλίωσης, ενώ λιγότερο συχνές είναι η θραύση του κολοβώματος ή του εμφυτεύματος. Οι πιο συχνές βιολογικές επιπλοκές για τα φυσικά δόντια είναι η εμβύθιση, η εμφάνιση τερηδόνας, τα κατάγματα και η περιοδοντική νόσος, ενώ για τα εμφυτεύματα η απώλεια οστεοενσωμάτωσης, η οστική απώλεια, το κάταγμα και η περιεμφυτευματίτιδα. Παρά τους περιορισμούς που προκύπτουν από το μικρό αριθμό ασθενών που υπάρχει στις περισσότερες ερευνητικές μελέτες, μετα-αναλύσεις διαπιστώνουν ότι η άκαμπτη σύνδεση παρουσιάζει μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης. Συμπερασματικά, οι αποκαταστάσεις μικτής στήριξης, σε επιλεγμένες κλινικές περιπτώσεις και κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτική προσθετική λύση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αποκαταστάσεις με σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων, άκαμπτη σύνδεση, ενδοτική σύνδεση, επιβίωση, εμβύθιση

Summary

Tooth-implant supported restorations can be a viable treatment option in cases when various limitations restrict the insertion of additional number of implants. These include anatomical limitations such as proximity to maxillary sinus or mental foramen, significant lack of bone for implant placement or cases where patients refuse to undergo a bone augmentation surgery. Splinting teeth to implants provides restorations where teeth proprioception is maintained, reduces the number of implant abutments and thus reduce the cost of the restoration, eliminates the risk of placing cantilever pontics and preserves the papilla adjacent to the tooth which facilitates esthetic preservation and phonetics. The purpose of this review is to present and discuss various factors that affect the survival rates of tooth-implant supported restorations as well as the incidence of associated biological and technical complications.

Limited data are available on the long-term survival of tooth-implant supported restorations, although this treatment approach has been suggested for many years. Factors concerning survival are related to the type of connection (rigid or non-rigid) and the biomechanics of teeth and implants. Survival of tooth-implant supported prostheses differ concerning the observation time, and ranges between 95.1% for five years to 77.78% after 10 years. The most common technical complications are fracture of veneers, cement bond breakdown and abutment screw loosening, while less common are abutment tooth fracture, implant fracture and prosthesis fracture. The most common biological complications are tooth intrusion, caries, peri-implantitis, endodontic problems, loss of an abutment tooth, loss of an implant and root fractures. Despite the more favorable force distribution of non-rigid connectors observed in biomechanical models, rigid connections are related to higher long-term survival and less complications, especially tooth intrusion, although

KEY WORDS: Tooth-implant supported restorations rigid, non-rigid connection, survival, tooth intrusion

Στάλθηκε στις 12.4.2013. Εγκρίθηκε στις 3.11.2014

¹ Οδοντίατρος

^{2Α} Λέκτορας

^{3Β} Επίκουρος Καθηγήτρια

^{4Β} Επίκουρος Καθηγητής

Received on 12nd April, 2013. Accepted on 3rd Nov., 2014.

¹ Dentist

^{2A} Lecturer

^{3B} Assistant Professor

^{4B} Assistant Professor

greater bone loss has been associated to rigid connectors.

Data regarding tooth-implant connected prostheses are withdrawn mainly from retrospective and perspective studies that included a limited number of cases, especially those with observation time more than 10 years. Consequently, more clinical studies and randomized control trials with large sample size are needed, in order reliable conclusion to be established. However, it seems that if appropriate case selection principles are applied (e.g., minimal caries rate, good root anatomy, minimal tooth mobility, rigid prosthesis design, frequent and consistent recalls, oral hygiene), then splinting teeth to implants may be an alternative therapeutic approach.

Εισαγωγή

Οι αποκαταστάσεις μικτής στήριξης, με σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων, μπορούν να αποτελέσουν βιώσιμη θεραπευτική επιλογή στις κλινικές περιπτώσεις, όπου δεν είναι δυνατόν να τοποθετηθεί ο επιθυμητός αριθμός εμφυτευμάτων γιατί δεν υπάρχει το απαιτούμενο οστικό υπόστρωμα και δεν είναι δυνατή κάποια αναγεννητική τεχνική ή υπάρχει γειτνίαση με ζωτικά ανατομικά στοιχεία. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν οι έντονες καταβυθίσεις του ιγμόρειου άντρου, η γειτνίαση ή επαφή της θέσης του εμφυτεύματος με το γενεϊακό τρήμα και η δυσμενής θέση του πόρου του κάτω φατνιακού νεύρου. Επιπλέον, οικονομικοί περιορισμοί του ασθενούς μπορεί να μην επιτρέπουν την τοποθέτηση επαρκούς αριθμού εμφυτευμάτων για αμιγώς επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις, λόγω κόστους. Στις επιλεγμένες αυτές περιπτώσεις η σύνδεση εμφυτεύματος με φυσικό δόντι αποτελεί μια εναλλακτική προσθετική λύση.

Φαίνεται ότι οι αποκαταστάσεις με σύνδεση εμφυτευμάτων και φυσικών δοντιών παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα αφού μειώνουν το κόστος της θεραπείας καθώς απαιτούνται λιγότερα εμφυτεύματα, δίνουν τη δυνατότητα ναρθηκοποίησης δοντιών με κινητικότητα και «αγκυλωμένων» στο φατνιακό οστό εμφυτευμάτων, αποτρέπουν τη χρήση προβόλων, συμβάλλουν στη διατήρηση της μεσοδόντιας θηλής σε περιπτώσεις με αυξημένες αισθητικές απαιτήσεις και πιθανώς μειώνουν την εμφάνιση τεχνικών επιπλοκών των αμιγώς κοχλιούμενων επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων¹⁻⁵. Επιπλέον, η διατήρηση δοντιών με καλή πρόγνωση, που συμβάλλουν στη διατήρηση της ιδιοδεκτικής αίσθησης στην περιοχή, μπορεί να αποτρέψει την υπερφόρτιση των εμφυτευμάτων ειδικά σε ασθενείς με αυξημένες μασητικές φορτίσεις (βρουξιστές)⁶.

Αντίθετα, υπάρχει σημαντικός προβληματισμός στην κλινική πράξη για τις συχνές επιπλοκές και τα μειονεκτήματα των αποκαταστάσεων με σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων λόγω της διαφορετικής δομής και εμβιομηχανικής συμπεριφοράς τους, καθώς και του διαφορετικού τρόπου σύνδεσης που παρουσιάζουν τα εμφυτεύματα και τα φυσικά δόντια

με το οστό. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη σύνδεση φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων και επηρεάζουν την επιβίωση της αποκατάστασης είναι το είδος της σύνδεσης (άκαμπτη ή ενδοτική), το μήκος και ο τύπος του συνδέσμου που θα επιλεγεί, η κονία προσκόλλησης και το είδος της αποκατάστασης (κοχλιούμενη ή συγκολλούμενη) καθώς και η ποιότητα του οστού, η κινητικότητα των δοντιών και ο τύπος της σύγκλεισης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση και η κριτική αξιολόγηση των κλινικών παραγόντων που επηρεάζουν την επιβίωση των αποκαταστάσεων με σύνδεση φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων, καθώς και των ποσοστών επιβίωσης και επιπλοκών αυτών των αποκαταστάσεων μικτής στήριξης.

A. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΒΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΝΤΙΩΝ-ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ

1. Εμβιομηχανική συμπεριφορά δοντιών- εμφυτευμάτων

Τα φυσικά δόντια παρουσιάζουν μικρο-κινητικότητα, η οποία εξαρτάται από το μέγεθος του ασκούμενου φορτίου, τη συχνότητα, τη φορά και τη διάρκεια άσκησης του, τη θέση τους στο τόξο, τον αριθμό και το μήκος των ριζών, καθώς και την κατάσταση των περιοδοντικών ιστών (ιξωδοελαστικότητα του περιοδοντικού συνδέσμου, βαθμό οστικής στήριξης, παρουσία/απουσία φλεγμονής, συστηματικές παθήσεις κ.ά.)⁷. Παράλληλα, σε σχέση με την επίδραση των φορτίων έχει διαπιστωθεί ότι οι οριζόντιες δυνάμεις προκαλούν μεγαλύτερη μετατόπιση σε σχέση με τις κατακόρυφες⁸.

Πλήθος συσκευών και διατάξεων⁹ έχουν προταθεί κατά καιρούς για τη μέτρηση της κινητικότητας των δοντιών, συνήθως υπό την άσκηση χαμηλών στατικών φορτίων (0,1-5N), χωρίς όμως να λαμβάνουν υπόψη τις δυναμικές συνθήκες φόρτισης κατά τη μάσηση¹⁰, το χρόνο αντίδρασης του περιοδοντικού συνδέσμου ή άλλους ενδογενείς παράγοντες¹¹. Από τις σχετικές ερευνητικές μελέτες φαίνεται ότι τα δόντια με υγιές περιοδόντιο παρουσιάζουν κινητικότητα 50-200 μm όταν ασκείται πάνω τους δύναμη <20N¹²⁻¹⁴, ενώ για τα εμφυτεύματα αναφέρεται μικρότερη μετακίνηση, της τάξης των 2-10 μm^{15,16} έως και 66 (±18) μm με φορτίο 5N¹⁷. Σε μια πρόσφατη μελέτη με ταυτόχρονη μέτρηση μετακίνησης δοντιών και εμφυτευμάτων στους ίδιους ασθενείς κατά τη διάρκεια της μάσησης, οι Boldt και συν¹⁸ αναφέρουν παραπλήσια κατακόρυφη μετακίνηση δοντιών και εμφυτευμάτων, που στα εμφυτεύματα αυξανόταν γραμμικά με την αύξηση του φορτίου, ώστε να φτάσει τα 60-80 μm με φορτίο 80N, ενώ

σημαντικά μικρότερη ήταν η πλάγια μετακίνηση των εμφυτευμάτων (25 μm με φορτίο 30N) σε σχέση με εκείνη των δοντιών (160 μm με φορτίο 30N).

Η διαφορά αυτή οφείλεται στην ύπαρξη του περιοδοντικού συνδέσμου, μια σύνθετη βιολογική δομή όπου ίνες κολλαγόνου, αγγεία και νεύρα ενσωματώνονται σε μια μήτρα από πολυσακχαρίτες, προσδίδοντάς του χαρακτηριστική ελαστικότητα συμπεριφορά υπό την άσκηση των μασητικών φορτίων¹⁹. Η κινητικότητα των δοντιών μπορεί να είναι κατακόρυφη και οριζόντια και χαρακτηρίζεται από μετακίνηση σε δυο στάδια, ένα αρχικό, κατά το οποίο ήπιες δυνάμεις (<100 γρ) οδηγούν σε σημαντική μετακίνηση, και σε ένα δεύτερο στάδιο, όπου ισχυρότερες δυνάμεις (100-1500 γρ) απαιτούνται για την περαιτέρω μετακίνηση του δοντιού^{7,20}. Κατά την επίδραση ενός φορτίου σε ένα δόντι, η ενέργεια μεταφέρεται από τη μασητική επιφάνεια στη ρίζα του δοντιού με τη μορφή κύματος. Ένα μικρό μέρος της επιστρέφει στις οδοντικές δομές αλλά το μεγαλύτερο απορροφάται από τον περιοδοντικό σύνδεσμο. Αντίθετα, στην περίπτωση του εμφυτεύματος, η ενέργεια μεταφέρεται σχεδόν εξολοκλήρου στο ακρορριζικό τμήμα του εμφυτεύματος με ελάχιστη ή και μηδενική απόσβεση²¹.

Οι βασικές επιπτώσεις της διαφορετικής κινητικότητας μεταξύ δοντιών και εμφυτευμάτων είναι κυρίως δύο: η υπερφόρτιση των εμφυτευμάτων και η εμβύθιση των δοντιών. Καθώς το εμφύτευμα παρουσιάζεται ως το «άκαμπτο» στοιχείο της αποκατάστασης, η μικρή αλλά υπαρκτή κινητικότητα των δοντιών έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή της αποκατάστασης από αμφίπλευρα στηριζόμενη, σε αποκατάσταση με πρόβολο στην περιοχή του φυσικού δοντιού²². Στην περίπτωση αυτή και υπό την επαναλαμβανόμενη άσκηση των μασητικών φορτίων, το εμφύτευμα υπερφορτίζεται με πιθανό αποτέλεσμα την οστική απώλεια στην αυχενική περιοχή, που μακροπρόθεσμα μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη απώλεια της οστεοενσωμάτωσης²³.

Διάφορες επιστημονικές θεωρίες έχουν αναπτυχθεί στη διεθνή βιβλιογραφία για την ερμηνεία του φαινομένου της εμβύθισης των δοντιών¹³. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

A. Ατροφία από έλλειψη χρήσης (disuse atrophy). Η θεωρία αυτή βασίστηκε στην ατροφία των ινών του περιοδοντικού συνδέσμου λόγω ακινητοποίησης του συνδεδεμένου με το εμφύτευμα δοντιού²⁴. Σύντομα αναθεωρήθηκε, καθώς στα δόντια με εμβύθιση δεν παρατηρούνται τα χαρακτηριστικά της ατροφίας, όπως η αυξημένη αρχικά οστεοβλαστική δραστηριότητα, η λεπτή δοκίδωση του οστού και η μείωση του εύρους του περιοδοντικού συνδέσμου²⁵.

B. Ενσφήνωση υπολειμμάτων τροφών (debris impaction). Στη θεωρία αυτή υποστηριζέ-

ται ότι υπολείμματα τροφής ενσφηνώνονται ανάμεσα στη μασητική επιφάνεια του φυσικού δοντιού και την υπερκατασκευή και αναγκάζουν, λόγω πίεσης, το δόντι να βυθιστεί περισσότερο στο οστό²⁶.

Γ. Εξασθενημένη μνήμη επαναφοράς (impaired rebound memory). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, λόγω επαναλαμβανόμενης πίεσης, ο περιοδοντικός σύνδεσμος χάνει την ιδιότητα της αυτόματης ελαστικής επαναφοράς και το δόντι σταθεροποιείται σε μια ακρορριζικότερη θέση, όταν τεθεί εντελώς εκτός σύγκλισης και δεν ασκούνται πλέον πάνω του μασητικά φορτία^{27,28}.

Δ. Κάμψη της υπερκατασκευής. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η κάμψη της υπερκατασκευής μπορεί να ασκήσει φορτίο σε ένα δόντι και να οδηγήσει σε εμβύθιση^{27,29}.

E. Διαφορετική μετάδοση ενέργειας (differential energy dissipation). Σύμφωνα με τους Sheets και Earthman³⁰, κατά τη σύνδεση των δοντιών με τα εμφυτεύματα, τα δόντια επιφορτίζονται με μεγαλύτερο φορτίο καθώς ελάχιστη απόσβεση ενέργειας παρατηρείται κατά τη μετάδοσή της στην περιοχή του εμφυτεύματος, όπου δεν υφίσταται η απορροφητική δράση του περιοδοντικού συνδέσμου. Η μεγάλη αυτή ποσότητα ενέργειας δρα ως δύναμη που οδηγεί, κάτω από επαναλαμβανόμενες φορτίσεις, το δόντι σε εμβύθιση.

Στ. Κάμψη της κάτω γνάθου. Η θεωρία αυτή βασίστηκε στο ότι η κάτω γνάθος κάμπτεται κατά τη διάνοιξη και το κλείσιμο του στόματος³¹. Η κάμψη κατά τη διάνοιξη έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόστασης μεταξύ των γομφίων (narrowing of the mandibular arch) που σε συνδυασμό με την ακαμψία της υπερκατασκευής δημιουργεί δυνάμεις που οδηγούν το δόντι σε εμβύθιση.

Z. Μηχανισμός αναστολής (ratchet effect). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή το δόντι μετατοπίζεται ακρορριζικά από τις μασητικές δυνάμεις και εμποδίζεται να επιστρέψει στην αρχική του θέση, είτε από το σύνδεσμο ημιακριβείας που συχνά χρησιμοποιείται είτε από το ίδιο το φαντίο, κατά αναλογία με τις ορθοδοντικές μετακινήσεις²⁸.

2. Τρόποι σύνδεσης δοντιών-εμφυτευμάτων

Η διάσταση απόψεων των ερευνητών σχετικά με τον τρόπο σύνδεσης δοντιού εμφυτεύματος οδήγησε σε τρεις διαφορετικές επιστημονικές προσεγγίσεις: α) η σύνδεση θα πρέπει να είναι άκαμπτη β) η σύνδεση θα πρέπει να είναι ενδοτική και γ) δεν θα πρέπει να πραγματοποιείται κανενός είδους σύνδεση.

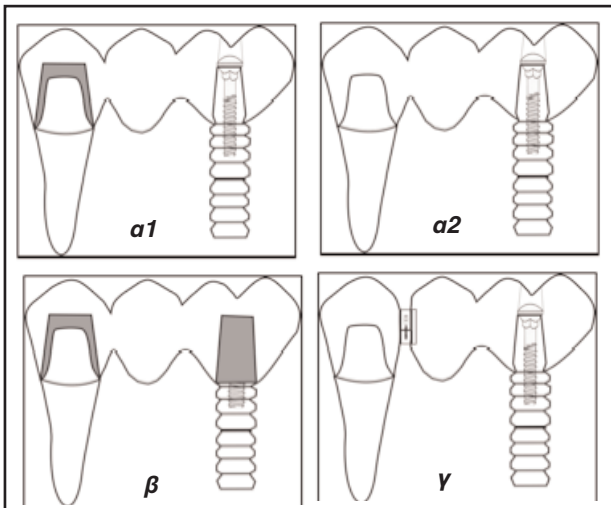
2Α. Άκαμπτη σύνδεση

Υπάρχουν τρεις επιλογές για τη σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων με άκαμπτη σύνδεση

(Εικόνα 1): α. κλασική ακίνητη αποκατάσταση με χυτή υπερκατασκευή, β. κλασική τηλεσκοπική αποκατάσταση και γ. σύνδεση με σύνδεσμο ακριβείας.

Στην πρώτη περίπτωση, η οστική στήριξη του δοντιού και η περιοδοντική του κατάσταση θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη και το σύστημα εμφυτευμάτων που θα χρησιμοποιηθεί να διαθέτει κάποιο βαθμό ενδοτικότητας στο σύστημα κοχλίωσης (π.χ. εμφυτεύματα εξωτερικού εξαγωγού)^{32,33}. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, η αποκατάσταση κοχλιώνεται στο εμφύτευμα και προσκολλάται προσωρινά, είτε απευθείας στο παρασκευασμένο φυσικό δόντι είτε μέσω τηλεσκοπικής καλύπτρας, η οποία βρίσκεται μόνιμα προσκολλημένη στο φυσικό δόντι³⁴. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η πρωτεύουσα καλύπτρα φέρει υποδοχή για εγκάρσια βίδα κοχλίωσης, η οποία σταθεροποιεί την υπερκατασκευή και εξασφαλίζει την εύκολη αφαίρεσή της. Η αποκατάσταση επίσης μπορεί να είναι ολικά προσκολληόμενη (προσωρινά ή μόνιμα) και στο δόντι και στο εμφύτευμα, το οποίο φέρει προκατασκευασμένο κωνικό κολόβωμα.

Στη δεύτερη περίπτωση, η αποκατάσταση στηρίζεται σε τηλεσκοπικές καλύπτρες επί δοντιών και εμφυτευμάτων και η προσωρινή της προσκόλληση ευνοεί την αφαίρεσή της στις περιπτώσεις επανελέγχου ή ανάγκης επιδιόρθωσης. Τέτοιου είδους αποκαταστάσεις απαιτούν συχνούς επανελέγχους, καθώς απώλεια της κόνιας προσκόλλησης σε επιμέ-



Εικόνα 1. Άκαμπτη σύνδεση μεταξύ δοντιών και εμφυτευμάτων: α1. ακίνητη αποκατάσταση: προσκόλληση αποκατάστασης σε τηλεσκόπιο μόνιμα προσκολλημένο στο δόντι και κοχλίωση της αποκατάστασης στο εμφύτευμα, α2. Ακίνητη προσθετική αποκατάσταση με προσκόλληση στο δόντι και κοχλίωση της αποκατάστασης στο εμφύτευμα, β. τηλεσκοπική γέφυρα με τηλεσκόπια και στο δόντι και στο εμφύτευμα και γ. ημιακίνητη αποκατάσταση με σύνδεσμο ακριβείας που κλειδώνει μέσω της βίδας κοχλίωσης.

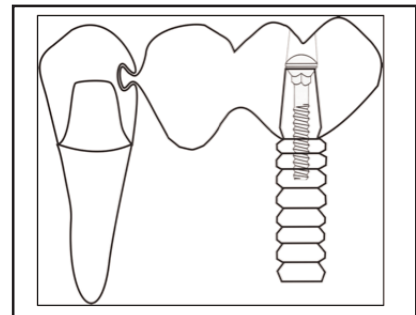
ρους τμήματα μπορεί να έχει ως συνέπεια την επιφόρτιση των υπολοίπων.

Στην τρίτη περίπτωση, ένας σύνδεσμος ακριβείας «κλειδώνει» άκαμπτα τα δύο μέρη της αποκατάστασης (κλασική ακίνητη στεφάνη-γέφυρα στα δόντια και κοχλιούμενη αποκατάσταση στα εμφυτεύματα) μέσω κάποιου συστήματος κοχλίωσης, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει και δυνατότητα αφαίρεσης της αποκατάστασης για επανελέγχο.

Στην περίπτωση της άκαμπτης σύνδεσης των δοντιών με τα εμφυτεύματα και προκειμένου να μοιραστεί το φορτίο και στα δύο διαφορετικά στηρικτικά στοιχεία της αποκατάστασης, η περιοχή σύνδεσης εμφυτεύματος και κολοβώματος καθώς και τα υπόλοιπα προσθετικά στοιχεία (βίδα κοχλίωσης, κολόβωμα, μεταλλικός σκελετός) υπόκεινται σε μικρού βαθμού κάμψη (bending)^{35,36}, η οποία αυξάνει όσο μειώνεται η απόσταση μεταξύ δοντιού και εμφυτεύματος³². Η επαναλαμβανόμενη όμως κάμψη μπορεί δυνητικά να οδηγήσει σε αποκοχλίωση της βίδας ή του κολοβώματος αλλά και σε κόπωση των προσθετικών στοιχείων, με τελική συνέπεια την οριστική θραύση³⁷. Για τη μείωση της κόπωσης λόγω κάμψης θα πρέπει η στηρικτική ικανότητα των δοντιών να είναι η μέγιστη δυνατή (όχι οστική απώλεια, μεγάλος αριθμός δοντιών) και η κινητικότητά τους ελάχιστη⁵.

2B. Ενδοτική σύνδεση

Με στόχο την εξίσωση της κινητικότητας των εμφυτευμάτων με εκείνη των δοντιών, προτάθηκε αρχικά η τοποθέτηση ενδοτικών στοιχείων στα εμφυτεύματα (IMZ, Dentsply, Friadent)³⁸, η οποία όμως ελάχιστα βελτίωσε τη μεταφορά των φορτίων στο οστό στην περιοχή του αυχένα του εμφυτεύματος και επιπροσθέτως, λόγω πολλαπλών επιπλοκών, επιδείνωσε την επιβίωση των αποκαταστάσεων^{39,40}. Οι ενδοτικοί σύνδεσμοι ημιακριβείας χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό τον διαχωρισμό των στοιχείων της αποκατάστασης και, με τη διαφορετική κινητικότητά, θα βελτίωνε την πρόγνυσή της, επιτρέποντας την ακρορριζική κίνηση του δοντιού (Εικόνα 2). Επι-



Εικόνα 2. Ενδοτική σύνδεση μεταξύ δοντιών και εμφυτευμάτων: αποκατάσταση σε δύο τμήματα που ενώνονται με σύνδεσμο ημιακριβείας.

πλέον, δίνεται η δυνατότητα επανελέγχου και επιδιόρθωσης της αποκατάστασης με την αποκοχλίωση της βίδας κοχλίωσης του συνδέσμου. Οι σύνδεσμοι ημιακρίβειας βέβαια συνδέονται με προβλήματα ακρίβειας στην εφαρμογή, τεχνικής δυσκολίας στη χύτευση, πιθανότητα αποτριβής με το χρόνο, ανε-

παρκούς ναρθηκοποίησης δοντιών με κινητικότητα και αυξημένο κόστος. Αναφέρεται ότι μεγαλύτερη σταθερότητα και ακρίβεια εφαρμογής προσδίδουν οι σύνδεσμοι ακρίβειας με παράλληλα τοιχώματα²⁷.

Μεγάλος αριθμός μελετών (Πίνακας Ι) διαπίστωσε ότι η ενδοτική σύνδεση είχε σαν αποτέλεσμα τη

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Μελέτες επιβίωσης αποκαταστάσεων με σύνδεση δοντιών-εμφυτευμάτων

Συγγραφείς	Αριθμός ασθενών	Αριθμός δοντιών	Αριθμός ΕΜ	Αριθμός ΑΠ	Χρόνος παρατήρησης	Επιβίωση % ΕΜ ή ΑΠ	Επιπλοκές
Μελέτες με χρόνο ελέγχου έως 5 έτη							
Ericsson και συν 1986 ⁴¹	10	16 13	22 18	10	6-30 μήνες (Μ.Ο.=15)	100% (ΑΠ)	Εμβύθιση (1)-ενδοτική σύνδεση Οστική απώλεια εμφυτεύματα (2)-άκαμπτη σύνδεση
Van Steenberghe 1989 ⁴²	38	ΔΑ	ΔΑ	30	6-36 μήνες	100% (ΑΠ)	ΔΑ
Pylant και συν 1992 ⁴³	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	13	6-49 μήνες (Μ.Ο.=22,5)	Επιτυχία: 92% (ΑΠ)	Θραύση εμφυτεύματος (1) Οστική απώλεια :1,9mm
Astrand και συν 1991 ⁴⁴	23	23	23	23	2 χρόνια	91% (ΑΠ)	Απώλεια εμφυτεύματος (2) Απώλεια αποκατάστασης (2)
Lindh και συν 2001 ⁴⁵	26	26	26	26	2 χρόνια	96%(ΑΠ)	Απώλεια εμφυτευμάτων (1) Θραύση δοντιού (1) Απώλεια ζωτικότητας (3) Συρίγγιο (1) Αποκόλληση (2) Θραύση βίδας κοχλίωσης (1) Αποκοχλίωση βίδας (2)
Lindh και συν 2001 ⁴⁶	111	220	185	116	3 χρόνια	95,4% (ΕΜ)	Εμβύθιση (11) Αποκοχλίωση βίδας (4) Θραύση συνδέσμου (2) Αποκοχλίωση βίδας συνδέσμου(3) Θραύση βίδας συνδέσμου (2)
Tangerud και συν 2002 ⁴⁷	30	86	85	30	3 χρόνια	91% (Α.Γ.-ΕΜ), 95,5% (Κ.Γ.-ΕΜ)	Απώλεια εμφυτευμάτων (7) Κάταγμα δοντιού (1) Απώλεια δοντιού (1) Απώλεια ζωτικότητας (1) Θραύση πορσελάνης (5)
Palmer και συν 2005 ⁴⁸	19	19	19	19	3 χρόνια	100%(ΑΠ)	Αποκόλληση αποκατάστασης (8) Αποκοχλίωση βίδας (1) Θραύση ακρυλικού
Mundt και συν 2013 ⁴⁹	23	40	51	31	12.7-47.9 μήνες (Μ.Ο. =28.8 ± 10.3)	93.5% (ΑΠ ζιρκονίας) μετά 40 μήνες	Θραύση σκελετού (2) (6.5%) Αποκόλληση (2) Χαλάρωση βίδας (1) Θραύση πορσελάνης (39.2%)
Olsson και συν 1995 ⁵⁰	23	23	23	23	5 χρόνια	91% (ΑΠ)	Απώλεια εμφυτεύματος (2) Απώλεια αποκατάστασης (2) Θραύση βίδας (1) Χαλάρωση βίδας (1)
Block και συν 2002 ³⁴	30	60	60	60	5 χρόνια	98,6% (ΕΜ)	Απώλεια εμφυτευμάτων (1)-άκαμπτη.- Απώλεια δοντιού (5) (2-άκαμπτη/3 ενδοτική).- Θραύση κολοβώματος (18) (3-άκαμπτη/13 ενδοτική).- Εμβύθιση (44% άκαμπτη/66% ενδοτική).- Αποκοχλίωση βίδας (25) (7-άκαμπτη/18 ενδοτική)

Μελέτες με χρόνο ελέγχου έως και πάνω από 5 έτη

Koth και συν ⁵¹	18		28	15	5 χρόνια	95,5 (ΑΠ)	Ενδοοστικός θύλακος (3)
Bragger και συν 2001 ⁵²	15	18	19	18	40-78 μήνες (Μ.Ο. =56,8)	94,4% (ΑΠ)	Απώλεια εμφυτευμάτων (1) Απώλεια αποκατάστασης (1)
Rammelsber και συν 2012 ⁵²	48	ΔΑ	ΔΑ	48	6 χρόνια και 7 μήνες (Μ.Ο. =2,3 χρόνια)	100% (ΑΠ)	Επιδιορθώσιμες επιπλοκές (9) χωρίς διευκρίνιση Αποκόλληση (3) Θραύση πορσελάνης (7)
Cordaro και συν 2005 ⁵⁴	19	72	161	19	24-94 μήνες (Μ.Ο.=36,5)	99% (ΕΜ)	Εμβύθιση (4)-ενδοτική σύνδεση Απώλεια εμφυτεύματος (1) Θραύση πορσελάνης Θραύση ακρυλικού
Nickenig και συν 2006 ⁵⁵	83	132	142	56 Άκαμπτη 28 Ενδοτική	2,2-8,3 χρόνια (Μ.Ο. =4,73)	100% (ΕΜ)	Απώλεια δοντιού (3) Θεραπευτικές αποκαταστάσεις (8%) 10% των αποκαταστάσεων ≤ 1 τεχνική επιπλοκή Χαλάρωση βίδας (7) Αποκόλληση (4) Επιπλοκές ενδοτική > άκαμπτη
Kindeberg και συν 2001 ⁵⁶	36	85	115	41	14 μήνες- 8,9 χρόνια	100% 1 χρόνο 89,8% >7 χρόνια (ΕΜ)	Απώλεια εμφυτευμάτων (6) Απώλεια δοντιού (5) Εμβύθιση (3 ενδοτική) Οστική απώλεια (40% εμφυτεύ- ματα) Απώλεια αποκατάστασης (2) (1 άκαμπτη & 1 ενδοτική) Αποκοχλίωση βίδας (1) Αποκόλληση (3) Θραύση αισθητικού υλικού (4) Αποτριβή αποκατάστασης (1)
Gunne και συν 1999 ⁵⁷	20	20	20	20	10 χρόνια	85 (ΑΠ)	Απώλεια εμφυτευμάτων (2) Απώλεια δοντιού (1) Απώλεια αποκατάστασης (2) Αποκοχλίωση βίδας (5)
Steflik και συν 1995 ⁵⁸	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	15	10 χρόνια	79,8% (ΕΜ)	Επιπλοκές (3)
Fartash και συν 1997 ⁵⁹	14	ΔΑ	27	ΔΑ	7-13 χρόνια (Μ.Ο.=10)	100% (ΕΜ)	ΔΑ
Fugazzotto και συν 1999 ⁶⁰	843	ΔΑ	ΔΑ	1206	3-14 χρόνια	100%(ΑΠ)	Εμβύθιση (9) Κάταγμα βίδας συνδέσμου (4) Αποκοχλίωση βίδας συνδέσμου (18)
Hosny και συν 2000 ⁶¹	18	30	30	18	1,25-14 χρόνια (Μ.Ο.=6,5)	100% (ΕΜ)	Όχι επιπλοκές Οστική απώλεια: 6 μήνες 1mm E+Δ και 0,015 mm/έτος
Naert και συν 2001 ^{23,62}	123	313	339	140	1,5- 15 χρόνια (Μ.Ο. =6,5)	90,8% (ΕΜ) ⁶¹ 96,1% (ΕΜ) ⁶²	Κινητικότητα εμφυτεύματος (6) Θραύση εμφυτεύματος (4) Θραύση βίδας (3) Περιακρορριζική αλλοίωση (3.5 %) Απώλεια δοντιού (1.8%) Αποκόλληση (8%) Εμβύθιση δοντιού (3.4%) Μεγαλύτερη απώλεια οστού στην άκαμπτη σύνδεση
Brägger και συν 2005 ⁶³	21	24	22		8-12 χρόνια (Μ.Ο.=10)	68,2% (ΑΠ)	Αποκόλληση (4) Τερηδονισμός (4)

(ΕΜ)= Εμφυτεύματα, ΑΠ = Αποκαταστάσεις, ΔΑ = Δεν αναφέρεται, Μ.Ο. = Μέσος όρος

ΠΙΝΑΚΑΣ II

Χαρακτηριστικά μελετών επιβίωσης αποκαταστάσεων με σύνδεση δοντιών-εμφυτευμάτων

Συγγραφείς	Είδος εργασίας	Τύπος σύνδεσης
Μελέτες με χρόνο ελέγχου έως 5 έτη		
Ericsson και συν ¹⁹⁸⁶ ⁴¹	Προοπτική	6 Άκαμπτη 4 Ενδοτική (Boos)
Van Steenberghe 1989 ⁴²	Αναδρομική	ΔΑ
Pylant και συν 1992 ⁴³	Αναδρομική	Σύνδεσμος ημιακριβείας/ τηλεσκόπια
Astrand και συν 1991 ⁴⁴	Προοπτική	Άκαμπτη (σύνδεσμος ακριβείας McCollum με οριζόντια χρυσή βίδα)
Lindh και συν 2001 ⁴⁵	Προοπτική	Άκαμπτη σύνδεση (άκαμπτοι σύνδεσμοι τιτανίου) Κοχλιούμενη στα εμφυτεύματα, προσωρινή προσκόλληση στα δόντια
Lindh και συν 2001 ⁴⁶	Αναδρομική	55% Άκαμπτη 29% Ενδοτική (σύνδεσμος ακριβείας με σύστημα κοχλίωσης) 12% Ενδοτική (σύνδεσμος ακριβείας) 4% Τηλεσκόπια
Tangerud και συν 2002 ⁴⁷	Αναδρομική	Άκαμπτη (1 τμήμα προσκολλούμενο στο δόντι, 1-2 κοχλιούμενα σε εμφύτευμα και άκαμπτη σύνδεση με το υπόλοιπο τμήμα)
Palmer και συν 2005 ⁴⁸	Προοπτική	Άκαμπτη Προσωρινή προσκόλληση στα δόντια
Mundt και συν 2013 ⁴⁹	Αναδρομική	Άκαμπτη διπλές στεφάνες προσωρινά προσκολλούμενες (αποκαταστάσεις ζιρκονίας)
Olsson και συν 1995 ⁵⁰	Αναδρομική	Άκαμπτη (σύνδεσμος ακριβείας McCollum με οριζόντια χρυσή βίδα)
Block και συν 200 ³⁴	Προοπτική	Άκαμπτη (κοχλίωση στο εμφύτευμα & προσωρινή προσκόλληση στο δόντι με καλύπτρα μόνιμη προσκολλημένη στο δόντι) Ενδοτική (σύνδεσμος ακριβείας-Beyler)
Koth και συν ⁵¹	Προοπτική	ΔΑ
Μελέτες με χρόνο ελέγχου έως και πάνω από 5 έτη		
Bragger και συν 2001 ⁵²	Προοπτική	Άκαμπτη
Rammelsber και συν 2012 ⁵³	Αναδρομική	Άκαμπτη
Cordaro και συν 2005 ⁵⁴	Αναδρομική	Άκαμπτη (6) Ενδοτική (13) (σύνδεσμος, τηλεσκόπια) 12 προσκολλούμενη 7 κοχλιούμενη αποκατάσταση
Nickenig και συν 2006 ⁵⁵	Αναδρομική	Άκαμπτη (προσκολλούμενες ή τηλεσκοπικές στεφάνες) Ενδοτική (σύνδεσμος ακριβείας) Κοχλιούμενη στα εμφυτεύματα
Kindeberg και συν 2001 ⁵⁶	Αναδρομική	Άκαμπτη (κοχλίωση στο εμφύτευμα, τηλεσκόπια στα δόντια (16), απευθείας προσκόλληση στα δόντια (24δόντια) και σύστημα κοχλίωσης σε τηλεσκόπια δοντιών (45δόντια) Ενδοτική (1) (σύνδεσμος ακριβείας McCollum)
Gunne και συν 1999 ⁵⁷	Προοπτική	Άκαμπτη (σύνδεσμος ακριβείας McCollum με οριζόντια χρυσή βίδα)
Steflik και συν 1995 ⁵⁸	Προοπτική	Άκαμπτη και ενδοτική
Fartash και συν 1997 ⁵⁸	Προοπτική	Άκαμπτη (σύνδεσμος ακριβείας McCollum)
Fugazzotto και συν 1999 ⁶⁰	Αναδρομική	Άκαμπτη Ενδοτικό στοιχείο στα IMZ εμφυτεύματα 890 εγκάρσια βίδα 2206 κατακόρυφη βίδα
Hosny και συν 2000 ⁶¹	Αναδρομική	Άκαμπτη (8) Ενδοτική (4) Πολλαπλοί σύνδεσμοι (6)
Naert και συν 2001 ^{62,23}	Αναδρομική	Άκαμπτη Ενδοτική Συνδυασμός 200 μόνιμα προσκολλημένα 113 προσωρινά προσκολλημένα
Brägger και συν 2005 ⁶³	Προοπτική	Άκαμπτη 10 συγκολλούμενη 11 κοχλιούμενη

μεταφορά των φορτίων στο φυσικό δόντι και την εμβύθισή του στο φατνίο, με αποτέλεσμα την αποκόλλησή του από την αποκατάσταση και την εμφάνιση της δράσης του προβόλου^{13,24}.

B. ΕΠΙΒΙΩΣΗ-ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΟΝΤΙΩΝ-ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ

Στον πίνακα I παρατίθενται οι ερευνητικές μελέτες που αναφέρουν στοιχεία για την επιβίωση αποκαταστάσεων σύνδεσης δοντιών και εμφυτευμάτων και στον πίνακα II τα χαρακτηριστικά των μελετών.

Όπως προκύπτει από τους πίνακες I και II, οι περισσότερες μελέτες που παρουσιάζουν αποτελέσματα επιβίωσης για χρόνο παρατήρησης έως και 5 χρόνια, αναφέρουν υψηλά ποσοστά που κυμαίνονται από 91-100%. Οι Lindh και συν⁴⁵, σε προοπτική μελέτη χρησιμοποίησαν άκαμπτη σύνδεση σε 26 αποκαταστάσεις με σύνδεση δοντιών-εμφυτευμάτων στην άνω γνάθο και αναφέρουν ελάχιστες επιπλοκές (αποκοχλίωσεις, αποκολλήσεις, απώλεια ζωτικότητας κλπ.) και μηδενική εμβύθιση μετά από 24 μήνες παρακολούθησης. Στη μελέτη αυτή η απώλεια οστού δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Οι ίδιοι συγγραφείς, σε μια αναδρομική μελέτη 111 ασθενών⁴⁶ με διάφορους τύπους σύνδεσης, διαπιστώνουν ότι η σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων δεν επηρεάζει την οστική απώλεια των εμφυτευμάτων και αποτελεί βιώσιμη επιλογή, τουλάχιστον για το χρονικό διάστημα των τριών ετών που μελέτησαν. Στη μελέτη αυτή, το ποσοστό εμβύθισης ήταν 5% και εντοπίστηκε κυρίως στις περιπτώσεις με ενδοτική σύνδεση και μόνο σε 4 περιπτώσεις με άκαμπτη σύνδεση μετά τη θραύση ή και τη χαλάρωση της βίδας κοχλίωσης του συνδέσμου ακριβείας. Σε ένα δείγμα 19 ασθενών με αποκαταστάσεις δοντιών-εμφυτευμάτων με άκαμπτη σύνδεση (χυτή υπερκατασκευή) όχι μόνο δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη απώλεια οστού μετά από 3 χρόνια αλλά υπήρξε και αύξηση σε μεγάλο αριθμό δοντιών και εμφυτευμάτων⁵⁸. Επίσης, δεν υπήρξε απώλεια εμφυτευμάτων ούτε και εμβύθιση δοντιών. Παρόμοια, οι Tangerud και συν⁴⁷, για το ίδιο χρονικό διάστημα ελέγχου, αναφέρουν ποσοστό επιβίωσης έως και 95,5% με ελάχιστη οστική απώλεια (0,8±1,1 χιλ) στα εμφυτεύματα και αύξηση στα δόντια (0,1±0,8 χιλ), γεγονός που αποδίδουν στον σχολαστικό περιοδοντικό έλεγχο κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης. Οι Block και συν³⁴, σε προοπτική μελέτη με δείγμα 30 ασθενών με αποκαταστάσεις δοντιών-εμφυτευμάτων όπου στη μία πλευρά τους έφεραν άκαμπτη σύνδεση (χυτή υπερκατασκευή) και στην άλλη ενδοτική (σύνδεσμο ακριβείας), αναφέρουν, ως επιπλοκές για τις αποκαταστάσεις μετά από 5 χρόνια ελέγχου την απώλεια εμφυτεύματος (1), τη θραύση κολοβωμάτων (5) και την εμβύθιση (14, 44%). Στη μελέτη αυτή, το 66% των ασθενών,

που παρουσίασαν εμβύθιση, έφεραν αποκαταστάσεις με ενδοτική σύνδεση και στο 25% των αποκαταστάσεων αυτών μετρήθηκε εμβύθιση μεγαλύτερη από 0.5 mm. Αντίθετα, ανάλογη εμβύθιση παρατηρήθηκε στο 12.5% των αποκαταστάσεων με άκαμπτη σύνδεση. Οι Astrand και συν⁴⁴ παρακολούθησαν 23 ασθενείς για 5 χρόνια όπου στο ένα ημιμόριο έφεραν αμιγώς επιεμφυτευματική αποκατάσταση (οπίσθια δόντια) και στο αντίθετο μια αποκατάσταση δοντιών-εμφυτευμάτων. Οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι η σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων δεν επηρεάζει τους περιοδοντικούς ιστούς και δεν αυξάνει τις πιθανότητες τεχνικών επιπλοκών.

Στις μελέτες με χρόνο παρακολούθησης για πάνω από 5 χρόνια τα ποσοστά κυμαίνονται από 68,2-100%, ενώ στις περισσότερες τα ποσοστά είναι υψηλότερα από 90% (Πίνακας I). Οι Nickening και συν⁵⁵ συνέκριναν αποκαταστάσεις με άκαμπτη και ενδοτική σύνδεση για διάστημα από 2,2-8,3 χρόνια και κατέληξαν ότι οι περισσότερες τεχνικές επιπλοκές εμφανίζονταν στην ομάδα της ενδοτικής σύνδεσης. Οι Gunne και συν⁵⁷ μελέτησαν για 10 χρόνια μια ομάδα 20 ατόμων όπου στη μία πλευρά έφεραν αποκαταστάσεις σύνδεσης δοντιών και εμφυτευμάτων τριών τεμαχίων με άκαμπτη σύνδεση (σύνδεσμος ακριβείας άκαμπτα παγιωμένος με οριζόντια κοχλίωση) και στην άλλη αμιγώς επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις δοντιών-εμφυτευμάτων τριών τεμαχίων. Στις επιπλοκές αναφέρουν αποκοχλίωση της βίδας κοχλίωσης (3 στις αποκαταστάσεις δοντιών-εμφυτευμάτων και 2 στις αμιγώς επιεμφυτευματικές) και την απώλεια ενός δοντιού λόγω τερηδόνας και ενδοδοντικής βλάβης. Ταυτόχρονα, διαπίστωσαν ότι οι αποτυχίες εμφανίζονται εντός των πρώτων 2 χρόνων λειτουργίας και δε βρήκαν καμία διαφορά μεταξύ των δύο τύπων αποκαταστάσεων. Επίσης αναφέρουν ότι η οστική απώλεια ήταν μικρότερη γύρω από τα εμφυτεύματα στις αποκαταστάσεις μικτής στήριξης. Σε μια ακόμα μελέτη σύγκρισης αμιγώς επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων και αποκαταστάσεων μικτής στήριξης στον ίδιο ασθενή (inter-individual/cross-arch) σε 18 περιπτώσεις, οι Hosny και συν⁶¹ δεν αναφέρουν αποτυχίες είτε στα εμφυτεύματα είτε στα μηχανικά στοιχεία της αποκατάστασης των αποκαταστάσεων μικτής στήριξης και των αμιγώς επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων, αλλά ούτε και σημαντική διαφορά στην απώλεια οστού μεταξύ των ομάδων για όλο το χρονικό διάστημα ελέγχου (1,25-14 χρόνια). Οι Cordaro και συν⁵⁴, επί συνόλου 3 αποκαταστάσεων άκαμπτης σύνδεσης δοντιών και εμφυτευμάτων, αναφέρουν 100% επιβίωση τόσο των αποκαταστάσεων όσο και των εμφυτευμάτων, χωρίς επιπλοκές για χρόνο ελέγχου έως και περίπου 8 χρόνια (94 μήνες). Στη συγκεκριμένη μελέτη, ο αριθμός των δοντιών που εμφάνισαν εμβύθιση ήταν ιδιαίτερα μικρός (4 στα 31), ενώ και στις τέσσερις περιπτώ-

σεις η σύνδεση ήταν ενδοτική. Σύμφωνα με τους Cordaro και συν⁵⁴, το φαινόμενο της εμβύθισης είναι πιο πιθανό να εμφανιστεί σε δόντια με καλή περιοδοντική στήριξη που συνδέονται άκαμπτα με κάποιο εμφύτευμα παρά σε δόντια με ασθενές περιοδόντιο, αν και, από τις μέχρι τώρα μελέτες, δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα ώστε να προκύψει αξιόπιστο αποτέλεσμα. Οι Kindberg και συν⁵⁶, σε αναδρομική μελέτη έως και 8 χρόνια, αναφέρουν 89,8% επιβίωση εμφυτευμάτων, με εντόπιση και των 6 εμφυτευμάτων που χάθηκαν στην άνω γνάθο. Αναφέρουν επίσης την απώλεια μιας αποκατάστασης 10 τεμαχίων μετά από 5 χρόνια, την οποία και αποδίδουν στην τοποθέτηση μικρού μήκους εμφυτευμάτων. Οι Naert και συν^{23,62}, σε μια αναδρομική μελέτη με χρόνο ελέγχου έως και 15 χρόνια, συνέκριναν τρεις ομάδες ασθενών που έφεραν αποκαταστάσεις με άκαμπτη, ενδοτική και μικτή σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων και αναφέρουν ότι μεγαλύτερος αριθμός δοντιών εμφάνισαν εμβύθιση στην ομάδα της ενδοτικής σύνδεσης (15) συγκριτικά με την άκαμπτη (2). Ταυτόχρονα αναφέρουν υψηλότερη απώλεια οστού στα εμφυτεύματα των αποκαταστάσεων με άκαμπτη σύνδεση, η οποία όμως καθώς δεν ξεπέρασε τα 0,7 mm στα 15 χρόνια, δεν κρίθηκε σημαντική. Οι Bragger και συν⁵², σε μελέτη 21 ασθενών για χρονικό διάστημα 10 ετών, αναφέρουν ποσοστό επιβίωσης των αποκαταστάσεων 61,8% και κύρια επιπλοκή την αποκόλληση της αποκατάστασης. Η αποκόλληση της αποκατάστασης μάλιστα οδήγησε σε βιολογικές επιπλοκές (όπως εμφάνιση τερηδόνας), όπου η συχνότητα εμφάνισής της παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες ομάδες ελέγ-

χου (μονήρεις στεφάνες και αμιγώς επεμφυτευματικές αποκαταστάσεις). Σε συνέχεια της μελέτης αυτής η ίδια ομάδα, μετά από χρόνο ελέγχου με μέσο όρο 10 χρόνια⁶³, αναφέρει μεγαλύτερο αριθμό επιπλοκών συγκριτικά με τις αμιγώς επεμφυτευματικές αποκαταστάσεις. Η εξήγηση ήταν η αυξημένη απώλεια συγκράτησης και η αποκόλληση τεσσάρων αποκαταστάσεων από τα δόντια, γεγονός που οδήγησε σε τερηδονισμό των στηριγμάτων και επακόλουθη απώλεια των αποκαταστάσεων.

Από τις μελέτες επιβίωσης των αποκαταστάσεων μικτής στήριξης προκύπτουν αντιφατικά αποτελέσματα σχετικά με την εμβύθιση των δοντιών-στηριγμάτων που συνδέονται με εμφυτεύματα, μέσω άκαμπτης ή ενδοτικής σύνδεσης. Σε μια συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας⁶⁴, εμβύθιση δοντιών στηριγμάτων αναφέρεται σε 5 από τις 13 ερευνητικές εργασίες, που συμπεριλήφθηκαν σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια εισόδου. Διαπιστώθηκε συνολικά ποσοστό 5.2% εμβύθισης μετά από 5 χρόνια λειτουργίας των αποκαταστάσεων⁶⁴. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των μελετών μεμονωμένα διαπιστώνεται ότι το μικρό ποσοστό εμβύθισης συνδυάζεται κυρίως με ενδοτική σύνδεση δοντιού-εμφυτεύματος (Πίνακας III).

Επιπλέον αναφέρεται ότι το 50% των περιστατικών με εμβύθιση εμφανίζεται σε ασθενείς με βρουξισμό²⁴. Τα επαναλαμβανόμενα και αυξημένα μασητικά φορτία, που αναπτύσσονται στους βρουξιότες, μπορούν να οδηγήσουν σε προοδευτική παραμόρφωση του περιοδοντικού συνδέσμου, με επακόλουθο την εμβύθιση του δοντιού στο φατνίο⁶².

Η επιλογή ασθενών χωρίς παραλειπογενετικές

ΠΙΝΑΚΑΣ III

Μελέτες σύνδεσης δοντιών-εμφυτευμάτων όπου εμφανίστηκε εμβύθιση δοντιών

	Αριθμός δοντιών με εμβύθιση	Τύπος σύνδεσης	Χρόνος παρατήρησης	Ποσοστό εμβύθισης
Ericsson και συν ¹⁹⁸⁶ ⁴¹	1	Ενδοτική	6-30 μήνες (Μ.Ο.=18)	3,6%
Fugazzotto και συν ¹⁹⁹⁹ ⁶⁰	9	Άκαμπτη	3-14 χρόνια	0,7%
		Ενδοτικό στοιχείο στα IMZ εμφυτεύματα		
Kindberg και συν ²⁰⁰¹ ⁵⁶	3	Ενδοτική	14 μήνες-8,9 χρόνια	3,5 %
Lindh και συν ²⁰⁰¹ ⁴⁶	11	Ενδοτική	3 χρόνια	5%
	7 ενδοτική σύνδεση 4 μετά από θραύση/ αποκοχλίωση βίδας συνδέσμου ακριβείας			
Naert και συν ²⁰⁰¹ ^{23,62}	11	Ενδοτική	1,5- 15 χρόνια (Μ.Ο.= 6,5)	3,4%
Block και συν ²⁰⁰² ³⁴	12	Άκαμπτη Ενδοτική	5 χρόνια	20% (44% άκαμπτη 66% ενδοτική)
Cordaro και συν ²⁰⁰⁵ ⁵⁴	4	Ενδοτική	24-94 μήνες (Μ.Ο.=36,5)	5,6%

έξεις, η επιλογή ακέραιων δοντιών με υγιές περιοδόντιο, η άκαμπτη σύνδεση δοντιού-εμφυτεύματος, η αποφυγή τηλεσκοπικών στεφανών, η σωστή παρασκευή των δοντιών (να προσδίδει αυξημένη συγκράτηση και σταθερότητα), η χρήση μόνιμης κονίας, η ισορροπημένη σύγκλειση και η μικρή έκταση της αποκατάστασης αποτελούν παράγοντες που μπορούν να εμποδίσουν το ενδεχόμενο της εμβύθισης².

Συζήτηση

Η δυνατότητα σύνδεσης δοντιών και εμφυτευμάτων αποτελεί ζήτημα που προβληματίζει την επιστημονική κοινότητα από τα πρώτα χρόνια της εφαρμογής της οστεοενσωμάτωσης. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιτυχία των αποκαταστάσεων αυτών είναι ο διαφορετικός βαθμός κινητικότητας των δοντιών και των εμφυτευμάτων υπό την επίδραση των μασητικών φορτίων και η διαφορετική εμβιομηχανική συμπεριφορά των στοιχείων των αποκαταστάσεων²⁰. Βέβαια, παρά τα όποια προβλήματα σχετίζονται με τη διαφορετική κινητικότητα δοντιών και εμφυτευμάτων, οι περισσότεροι ερευνητές αναφέρουν μικρό αριθμό επιπλοκών και προβλημάτων και διαπιστώνουν ότι η αποκατάσταση μικτής στήριξης με σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων αποτελεί βιώσιμη θεραπευτική επιλογή όταν δεν είναι δυνατή η χρήση αμιγώς επιεμφυτευματικών αποκαταστάσεων.

Σε αποκαταστάσεις σύνδεσης δοντιών και εμφυτευμάτων, η ακαμψία που εξασφαλίζει η βίδα κοχλίωσης της αποκατάστασης στο εμφύτευμα και η ανελαστική σύνδεση του εμφυτεύματος στο οστό, έχουν ως συνέπεια την πιθανότητα αξονικής μετακίνησης του συνδεδεμένου δοντιού και εμβύθισής του στο φατνίο^{35,65}. Παράλληλα, η ενδοτικότητα του μεταλλικού σκελετού, η ελαστικότητα του οστού, η οστική στήριξη και η κινητικότητα του δοντιού και το εύρος της νωδότητας μπορούν να επηρεάσουν τη ροπή και τον βαθμό της αξονικής μετακίνησης^{32,33}. Οι Lundgren και Laurell³², εξηγώντας εμβιομηχανικά τη μετάδοση των φορτίων, αναφέρουν ότι όσο καλύτερη είναι η περιοδοντική στήριξη των δοντιών που συνδέονται με εμφυτεύματα και όσο πιο μικρή η απόσταση μεταξύ τους, τόσο πιο ευνοϊκή μπορεί να είναι η μεταφορά των δυνάμεων. Παρόμοια, η άκαμπτη σύνδεση δοντιών και εμφυτευμάτων φαίνεται να υπερτερεί έναντι της αρχικά προτεινόμενης ενδοτικής^{47,62,66}.

Τα μειονεκτήματα της ενδοτικής σύνδεσης είναι το αυξημένο κόστος και η τεχνική δυσκολία επίτευξης ακρίβειας της σύνδεσης, η αυξημένη πιθανότητα εμβύθισης του φυσικού δοντιού και η επακόλουθη πρόσθετη καταπόνηση του εμφυτεύματος, αλλά και η πιθανότητα αποτριβής/αδράνειας του συνδέσμου με πιθανή δυσκολία ή και το υψηλό κόστος

αντικατάστασής του⁵. Αντίθετα, η άκαμπτη σύνδεση μέσω προσωρινής προσκόλλησης ή κοχλίωσης μιας ακίνητης αποκατάστασης προσφέρει αισθητική και σωστές συγκλεισιακές επαφές, ενώ προσδίδει στην κατασκευή μετατρεψιμότητα και δυνατότητα επιδιόρθωσης⁵. Βέβαια η τοποθέτηση τηλεσκοπικών στεφανών στα δόντια ή/και στα εμφυτεύματα αυξάνει το κόστος, απαιτεί επαρκή διαγναθικό χώρο και προσεκτική προσκόλληση για τη διασφάλιση της ακριβείας της εφαρμογής των πρωτευουσών και δευτερευουσών καλυπτρών⁵.

Η εμφάνιση των επιπλοκών αυξάνεται με το χρόνο παραμονής της αποκατάστασης στη στοματική κοιλότητα. Έτσι στις μελέτες, με χρόνο ελέγχου έως και 5 χρόνια, τα ποσοστά επιβίωσης κυμαίνονται από 91-100% και στις μελέτες, με χρόνο ελέγχου πάνω από 5 χρόνια έως και 12 ή 15 χρόνια, τα ποσοστά εμφανίζονται αρκετά χαμηλότερα (έως και 68,2%). Σημαντικός αριθμός μελετών αναφέρουν ποσοστά επιβίωσης >90% για τη δεκαετία⁵⁹⁻⁶². Σε μια πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση των Lang και συν⁶⁴ η επιβίωση των αποκαταστάσεων σύνδεσης δοντιών-εμφυτευμάτων ανέρχεται στο 94,1% μετά από χρόνο παρακολούθησης 5 ετών και 77,8% μετά από 10 χρόνια, ενώ δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επιβίωση μεταξύ φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων. Το αντίστοιχο ποσοστό για αμιγώς επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις είναι 95% στην πενταετία και 86,7% στη δεκαετία⁶⁷. Το εκτιμώμενο ποσοστό εμφάνισης βιολογικών επιπλοκών ανέρχεται για τα εμφυτεύματα σε 11,7% στην πενταετία, ενώ των τεχνικών επιπλοκών κυμαίνεται από 0,7 έως 9,8% για το ίδιο χρονικό διάστημα. Οι πιο συχνές τεχνικές επιπλοκές είναι η θραύση του αισθητικού υλικού, η αποκόλληση της αποκατάστασης, η αποκοχλίωση του κολοβώματος και της βίδας κοχλίωσης, ενώ λιγότερο συχνές είναι η θραύση του κολοβώματος ή του εμφυτεύματος (Εικόνα 3). Οι πιο

ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΝΤΙΩΝ - ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ



Εικόνα 3. Οι συχνότερες επιπλοκές των αποκαταστάσεων σύνδεσης δοντιών-εμφυτευμάτων.

συχνές βιολογικές επιπλοκές για τα φυσικά δόντια είναι η εμβύθιση, η τερηδόνα, τα κατάγματα και η περιοδοντική νόσος, ενώ για τα εμφυτεύματα η απώλεια οστεοενσωμάτωσης, η οστική απώλεια, το κάταγμα και η περιεμφυτευματίτιδα (Εικόνα 3). Σε πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση, το ποσοστό επιτυχίας στην πενταετία ανέρχεται στο 94,73% και στο 77,77% για τη δεκαετία⁶⁸. Μετά από χρόνο ελέγχου 10 ετών το 5,64% των δοντιών και το 1,98% των εμφυτευμάτων χάνεται, σύμφωνα με τα συγκεντρωτικά στοιχεία των Mamalis και συν⁶⁸, γεγονός που οφείλεται στη συχνή αποκόλληση των αποκαταστάσεων και τον επακόλουθο τερηδονισμό των δοντιών. Η αποκόλληση της αποκατάστασης ανέρχεται σε ποσοστό 26,4% σε περίοδο 5-10 ετών 59,61-63. Παρά το γεγονός ότι το ποσοστό επιβίωσης των αποκαταστάσεων μικτής σύνδεσης μειώνεται στη δεκαετία, τα αποτελέσματα αυτά θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή, καθώς προκύπτουν από ελάχιστο αριθμό αποκαταστάσεων.

Το βασικότερο πρόβλημα που σχετίζεται με τις μελέτες επιβίωσης των αποκαταστάσεων σύνδεσης δοντιών-εμφυτευμάτων είναι ο μικρός αριθμός αποκαταστάσεων που περιέχονται στην πλειοψηφία των μελετών. Επίσης, τα συστήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση κυρίως της ενδοτικής σύνδεσης, όπως για παράδειγμα το ενδοτικό στοιχείο στα εμφυτεύματα IMZ που έχει εφαρμοστεί σε ορισμένες μελέτες ή ορισμένοι σύνδεσμοι, δεν υφίστανται πλέον στην οδοντιατρική αγορά. Ένα άλλο βασικό πρόβλημα είναι ότι τα αποτελέσματα προκύπτουν αποκλειστικά από μελέτες προοπτικές ή και αναδρομικές, ενώ αξιοσημείωτη είναι η έλλειψη τυχαίοποιημένων κλινικών μελετών. Επιπροσθέτως, καθώς η εμβιομηχανική των αποκαταστάσεων σύνδεσης δοντιών-εμφυτευμάτων ποικίλλει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, απαιτούνται περισσότερες μακροχρόνιες ερευνητικές μελέτες ώστε οι αποκαταστάσεις μικτής στήριξης να μπορούν να αναγνωρισθούν ως θεραπευτική επιλογή ρουτίνας.

Συμπεράσματα

1. Σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη σύνδεση φυσικών δοντιών και εμφυτευμάτων είναι ο διαφορετικός βαθμός κινητικότητας και ιδιοδεκτικής αίσθησης των φυσικών δοντιών και των εμφυτευμάτων καθώς και το είδος της σύνδεσης (άκαμπτη ή ενδοτική)
2. Τα ποσοστά επιβίωσης σε αποκαταστάσεις σύνδεσης δοντιών και εμφυτευμάτων κυμαίνονται από 95,1% στην πενταετία έως 77,78% στη δεκαετία, ενώ είναι υποδεέστερα από τα αντίστοιχα ποσοστά των αμιγώς επεμφυτευματικών αποκαταστάσεων.
3. Τα ποσοστά επιβίωσης προκύπτουν από αναδρο-

μικές μελέτες και μελέτες προοπτικές που περιλαμβάνουν μικρό αριθμό ασθενών και αποκαταστάσεων, ιδιαίτερα δε εκείνες με χρόνο παρακολούθησης μεγαλύτερο από 10 χρόνια

4. Με την άκαμπτη σύνδεση διαπιστώνονται μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης
5. Οι πιο συχνές τεχνικές επιπλοκές είναι η θραύση του αισθητικού υλικού, η αποκόλληση της αποκατάστασης, η αποκοχλίωση του κολοβώματος και της βίδας κοχλίωσης, ενώ λιγότερο συχνές είναι η θραύση του κολοβώματος ή του εμφυτεύματος
6. Οι πιο συχνές βιολογικές επιπλοκές για τα φυσικά δόντια είναι η εμβύθιση, η εμφάνιση τερηδόνας, τα κατάγματα και η περιοδοντική νόσος, ενώ για τα εμφυτεύματα η απώλεια οστεοενσωμάτωσης, η οστική απώλεια, το κάταγμα και η περιεμφυτευματίτιδα. Η εμβύθιση παρατηρείται κυρίως στην ενδοτική σύνδεση δοντιού-εμφυτεύματος.
7. Η επιλογή της κλινικής περίπτωσης με σαφή ένδειξη, η αρχική σωστή σχεδίαση της προσθετικής αποκατάστασης, οι κατάλληλοι χειρισμοί κατά την τοποθέτηση των εμφυτευμάτων και την προπαρασκευή των φυσικών δοντιών, η άκαμπτη σύνδεση καθώς και οι προγραμματισμένοι επανέλεγχοι φαίνεται ότι μπορούν να εξασφαλίσουν τη μακροχρόνια επιβίωση των αποκαταστάσεων μικτής στήριξης.
11 κοχλιούμενη

Βιβλιογραφία

1. Gunne J, Astrand P, Ahlén K, Borg K, Olsson M. Implants in partially edentulous patients. A longitudinal study of bridges supported by both implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 1992; 3:49-56.
2. Greenstein G, Cavallaro J, Smith R, Tarnow D. Connecting teeth to implants: A critical review of the literature and presentation of practical guidelines. *Compend Contin Educ Dent* 2009; 30:440-53.
3. Cavicchia F, Bravi F. Free-standing vs tooth-connected implant supported partial fixed restorations: A comparative retrospective clinical study of the prosthetic results. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1994; 9:711-18.
4. Balshi TJ. Osseointegration for the periodontally compromised patient. *Int J Prosthodont* 1988; 1:51-58.
5. Laufer BZ, Gross M. Splinting osseointegrated implants and natural teeth in rehabilitation of partially edentulous patients. Part II: principles and applications. *J Oral Rehabil* 1998; 25:69-80.
6. Spear F. Connecting teeth to implants: The truth about a debated technique. *J Am Dent Assoc* 2009; 140:587-93.
7. Giargia M, Lindhe J. Tooth mobility and periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1997; 24:785-95.
8. Burstone CJ, Pryputniewicz RJ and Bowley WW. Holographic measurement of tooth mobility in three dimensions. *J Periodont Res* 1978; 13: 283-94.

9. Schulte W, d'Hoedt B, Lukas D, Maunz M, Steppeler M. Periotest for measuring periodontal characteristics—correlation with periodontal bone loss. *Journal of Periodontal Research* 1992; 27:184-190.
10. Woda A, Mishellany A, Peyron MA. The regulation of masticatory function and food bolus formation. *J Oral Rehabil* 2006; 33:840-9.
11. Sanctuary CS, Wiskott HW, Justiz J, Botsis J, Belser UC. In vitro time-dependent response of periodontal ligament to mechanical loading. *J Appl Physiol* 1985; 99: 2369–78.
12. Muhleman HR. Periodontometry, a method for measuring tooth mobility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1951; 4:1220–33.
13. Pesun I. Intrusion of Teeth In The Combination Implant-to-Natural-Tooth Fixed Partial Denture: A Review of the Theories. *J Prosthodont* 1997; 6:268-77.
14. Nyman S, & Lang N.P. Tooth mobility and the biological rationale for splinting teeth. *Periodontology* 2000 1994; 4: 15–22.
15. Cohen SR, Orenstein JH. The use of attachments in combination implant and natural-tooth fixed partial dentures: a technical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 230-4.
16. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16:26-35.
17. Chavez H, Ortman LF, DeFranco RL, Medige J. Assessment of oral implant mobility. *J Prosthet Dent* 1993; 70:421-6.
18. Boldt J, Knapp W, Proff P, Rottner K, Richter EJ. Measurement of tooth and implant mobility under physiological loading conditions. *Ann Anat* 2012; 194:185-9.
19. Komatsu K. Mechanical strength and viscoelastic response of the periodontal ligament in relation to structure. *J Dent Biomech* 2010 pii: 502318. doi: 10.4061/2010/502318.
20. Michalakis KX, Calvani P, Hirayama H. Biomechanical considerations on tooth-implant supported fixed partial dentures. *J Dent Biomech* 2012 3:1758736012462025. doi: 10.1177/1758736012462025.
21. Sotto-Maior BS1, Lima Cde A, Senna PM, Camargos Gde V, Del Bel Cury AA. Biomechanical evaluation of subcrestal dental implants with different bone anchorages. *Braz Oral Res* 2014; 28: 1-7.
22. Weinberg LA, Kruger B. Biomechanical considerations when combining tooth-supported and implant-supported prostheses. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:22-7.
23. Naert IE, Ducky JAJ, Honsy MMF, Quirynen M, van Steenberghe D. Freestanding and tooth-implant connected prostheses in the treatment of partially edentulous patients. Part II: an up to 15-years radiographic evaluation. *Clinical Oral Implants Research* 2001; 12: 245–251.
24. Rieder CE, Parel SM: A survey of natural tooth abutment intrusion with implant-connected fixed partial dentures. *Int J Periodont Rest Dent* 1993; 13:335-347
25. Pihlstrom BL, Ramfjord SP. Periodontal effect of nonfunction in monkeys. *J Periodontol* 1971; 42:748-56.
26. Cho GC, Chee WW: Apparent intrusion of natural teeth under an implant supported prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent* 1992; 68:3-5.
27. English CE: Root intrusion in tooth-implant combination cases. *Implant Dent* 1993; 2:79-85.
28. Chiba M, Komatsa K Mechanical responses of the periodontal ligament in the transverse section of the rat mandibular incisor at various velocities of loading in vitro. *J Biomechanics* 1993; 26:56 1-570.
29. Mazurat R, Lme WB, Pesun I: The role of the restorative dentist in the diaphosis and maintenance phases of implant therapy. Part II Prosthetic Planning. *Can Dent J* 1994; 60:814-8.
30. Sheets CG, Earthman JC. Tooth intrusion in implant-assisted prostheses. *J Prosthet Dent.* 1997; 77:39-45.
31. Regli CP, ICelly EIC The phenomenon of decreased mandibular arch width in opening movements. *J Prosthet Dent* 1967; 17:49-53.
32. Lundgren D, Laurell L. Biomechanical aspects of fixed bridgework supported by natural teeth and endosseous implants. *Periodontol* 2000 1994; 4:23–40.
33. Rangert B, Gunne J, Sullivan DY. Mechanical aspects of a Branemark implant connected to a natural tooth: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6:177–86.
34. Block MS, Lirette D, Gardiner D, et al. Prospective evaluation of implants connected to teeth. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002; 17:473-87.
35. Rangert B, Gunne J, Glantz PO, Svensson A. Vertical load distribution on a three-unit prosthesis supported by a natural tooth and a single Branemark implant. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6:40–6.
36. Gunne J, Rangert B, Glantz PO, Svensson A. Functional loads on freestanding and connected implants in three-unit mandibular prostheses opposing complete dentures: an in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12:335–41.
37. Chee WW, Cho GC. A rationale for not connecting implants to natural teeth. *J Prosthodont* 1997; 6:7–10.
38. Babbush CA, Kirsch A, Mentag PJ, Hill B: Intramobile cylinder (IMZ) two-stage osteointegrated implant system with the intramobile element (IME): part I. Its rationale and procedure for use. *Int J Oral Maxillofac Implants;* 1987; 2: 203-16.
39. Spiekermann H, Jansen VK, Richter EJ. A 10-year follow-up study of IMZ and TPS implants in the edentulous mandible using bar-retained overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10:231-43.
40. Behr M, Lang R, Leibrock A, Rosentritt M, Handel G. Complication rate with prosthodontic reconstructions on ITI and IMZ dental implants. *Internationales Team für Implantologie.* *Clin Oral Implants Res* 1998; 9:51-8.
41. Ericsson I, Lekholm U, Brånemark PI, Lindhe J, Glantz PO, Nyman S. A clinical evaluation of fixed bridge restorations supported by the combination of teeth and osseointegrated titanium implants. *J Clin Periodontol* 1986; 13:307-12.
42. van Steenberghe D. A retrospective multicenter evaluation of the survival rate of osseointegrated fixtures supporting fixed partial prostheses in the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent.* 1989; 61:217-23.
43. Pylant T, Triplett RG, Key MC, et al. A retrospective evaluation of endosseous titanium implants in the partially edentulous patient. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7:195-202.
44. Astrand P, Borg K, Gunne J, et al. Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abut-

- ments: a 2-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6: 305-12.
45. Lindh T, Bäck T, Nyström E, et al. Implant versus tooth-implant supported prostheses in the posterior maxilla: a 2-year report. *Clin Oral Implants Res* 2001; 12:441-9.
46. Lindh T, Dahlgren S, Gunnarsson K, Josefsson T, Nilson H, Wilhelmsson, et al, Tooth-implant supported fixed prostheses: a retrospective multicenter study. *Int J Prosthodont* 2001; 14:321-8.
47. Tangerud T, Grønningaeter AG, Taylor Fixed partial dentures supported by natural teeth and Brånemark system implants: a 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17:212-9.
48. Palmer RM, Howe LC, Palmer PJ. A prospective 3-year study of fixed bridges linking Astra Tech ST implants to natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16:302-7.
49. Mundt T, Heinemann F, Schankath C, Schwahn C, Biffar R. Retrospective and clinical evaluation of retrievable, tooth-implant supported zirconia-ceramic restorations. *Acta Odontol Scand*. 2013 Feb 11. DOI: 10.3109/00016357.2013.764003
50. Olsson M, Gunne J, Astrand P, et al. Bridges supported by freestanding implants versus bridges supported by tooth and implants. A five-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6:114-21.
51. Koth DL, McKinney RV, Steflik DE, et al. Clinical and statistical analyses of human clinical trials with the single crystal aluminum oxide endosteal dental implant: five-year results. *J Prosthet Dent* 1988; 60:226-34.
52. Brägger U, Aeschlimann S, Bürgin W, et al. Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures (FPD) on implants and teeth after four to five years of function. *Clin Oral Implants Res* 2001; 12:26-34.
53. Rammelsberg P, Schwarz S, Schroeder C, Bermejo JL, Gabbert O. Short-term complications of implant-supported and combined tooth-implant-supported fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24:758-62.
54. Cordaro L, Ercoli C, Rossini C, Torsello F, Feng C. Retrospective evaluation of complete-arch fixed partial dentures connecting teeth and implant abutments in patients with normal and reduced periodontal support. *J Prosthet Dent*. 2005; 94:313-20.
55. Nickenig HJ, Schäfer C, Spiekermann H. Survival and complication rates of combined tooth-implant-supported fixed partial dentures. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17:506-11.
56. Kindberg H, Gunne J, **Kronström** M. Tooth- and implant-supported prostheses: a retrospective clinical follow-up up to 8 years. *Int J Prosthodont* 2001; 14:575-81.
57. Gunne J, Astrand P, Lindh T, Borg K, Olsson M. Tooth-implant and implant supported fixed partial dentures: a 10-year report. *Int J Prosthodont* 1999; 12:216-21.
58. Steflik DE, Koth DL, Robinson FG, et al. Prospective investigation of the single-crystal sapphire endosteal dental implant in humans: ten-year results. *J Oral Implantol* 1995; 21:8-18.
59. Fartash B, Arvidson K. Long-term evaluation of single crystal sapphire implants as abutments in fixed prosthodontics. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8:58-67.
60. Fugazzotto PA, Kirsch A, Ackermann KL, Neuendorff G. Implant/tooth-connected restorations utilizing screw-fixed attachments: a survey of 3,096 sites in function for 3 to 14 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14:819-23.
61. Hosny M, Duyck J, van Steenberghe D, Naert I. Within-subject comparison between connected and nonconnected tooth-to-implant fixed partial prostheses: up to 14-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 2000; 13:340-6.
62. Naert IE, Duyck JA, Hosny MM, et al. Freestanding and tooth-implant connected prostheses in the treatment of partially edentulous patients. Part I: an up to 15-years clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2001; 12:237-44.
63. Brägger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N. Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16:326-34.
64. Lang N, Pjetursson B, Tan K, et al. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth-implant-supported FPDs. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15:643-53.
65. Mc Glumphy EA, Campagni WV, Peterson LJ. A comparison of the stress transfer characteristics of a dental implant with a rigid or a resilient internal element. *J Prosthet Dent* 1989; 62:586-93.
66. Gross M, Laufer BZ. Splinting osseointegrated implants and natural teeth in rehabilitation of partially edentulous patients. Part I: laboratory and clinical studies. *J Oral Rehabil* 1997; 24:863-70.
67. Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Egger M & Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. I. Implant-supported FPDs. *Clinical Oral Implants Research* 2004; 15(6):643-53.
68. Mamalis A, Markopoulou K, Kaloumenos K, Analitis A. Splinting osseointegrated implants and natural teeth in partially edentulous patients: a systematic review of the literature. *J Oral Implantol* 2012; 38:424-34.