

Η χρήση των συνδέσμων στη μερική οδοντοστοιχία. Εμβιομηχανικοί και κλινικοί προβληματισμοί.

Ι.Δ. ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ¹, Α.Λ. ΠΙΣΙΩΤΗΣ²

Εργαστήριο Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθετικής, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ.

Attachments for removable partial denture. Biomechanical and clinical considerations.

I.D. PAPATHANASIOU¹, A.L. PISIOTIS²

Department of Removable Prosthesis and Implant Prosthodontics, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki

Περίληψη

Εισαγωγή: Στην εργασία αυτή γίνεται γενικότερη αναφορά στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των συνδέσμων στις μερικές οδοντοστοιχίες σε σχέση με τα συμβατικά άγκιστρα και ταξινόμησή τους σε: συνδέσμους ακριβείας ή ημιακριβείας, συνδέσμους ενδομυλικούς ή εξωμυλικούς και συνδέσμους άκαμπτους ή ενδοτικούς.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση των εμβιομηχανικών προβληματισμών που υπεισέρχονται στη διαδικασία επιλογής του κατάλληλου συνδέσμου. Επίσης, αναδεικνύονται οι κλινικοί προβληματισμοί που αφορούν τις απαιτήσεις χώρου για την τοποθέτησή τους, την πρόγνωση των προσθετικών αποκαταστάσεων με συνδέσμους και τις ανάγκες για συντήρηση και επιδιόρθωση που προκύπτουν κατά τη χρήση τους.

Αποτελέσματα-Συμπεράσματα: Το αισθητικό πλεονέκτημα των συνδέσμων σε σχέση με τα άγκιστρα καθιστούν αναγκαία τη χρήση τους στην κατασκευή μερικών οδοντοστοιχιών. Οι ενδομυλικοί υπερτερούν σε σύγκριση με τους εξωμυλικούς στο ότι τοποθετούνται εντός του μυλικού περιγράμματος του δοντιού με αποτέλεσμα την μεταφορά των δυνάμεων κοντά στον επιμήκη άξονα του δοντιού και παράλληλα με αυτόν. Αντιθέτως, οι εξωμυλικοί λόγω της μεταφοράς των συγκλεισιακών δυνάμεων μακριά από τον επιμήκη άξονα του δοντιού ασκούν εκμοχλευτικές δυνάμεις στα ακραία στηρίγματα σε μ.ο. με ελεύθερο άκρο και είναι αναγκαία η ναρθηκοποίησή τους με τα παρακείμενα δόντια. Όσον αφορά την ενδοτικότητα της σύνδεσης, εργαστηριακές μελέτες δείχνουν ότι οι ενδοτικοί σύνδεσμοι, σε σχέση με τους άκαμπτους, ασκούν μικρότερες δυνάμεις στα οδοντικά στηρίγματα, υστερούν όμως ως προς την ισοκατανομή των συγκλεισιακών δυνάμεων και ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στην φατνιακή ακρολοφία. Οι διαφορές αυτές δεν τεκμηριώνονται από τις υπάρχουσες κλινικές μελέτες. Τέλος, η στοματική υγιεινή, η υγιεινή σχεδίαση και η συνεχής προσπάθεια διατήρησης του αποτελέσματος φαίνεται να είναι σημαντικότεροι παράγοντες από την επιλογή του συνδέσμου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: σύνδεσμοι ακριβείας, μερική οδοντοστοιχία, εμβιομηχανικοί προβληματισμοί, κλινικοί προβληματισμοί, πρόγνωση.

Summary

Introduction: Due to the past decades' demand for an aesthetic appearance, dentists have developed an increasing interest in the use of precision or semiprecision attachments in order to replace the esthetically non pleasing clasp retainers in restorations of partially edentulous patients with removable partial dentures. Precision attachments have also been introduced because of their biomechanical advantage compared to clasps. Precision and semiprecision attachments apart from offering an aesthetic appearance have shown many advantages and disadvantages. Attachments can be classified in one of the following ways: precision or semi-precision, intracoronal or extracoronal and rigid or resilient.

Purpose: The purpose of this study is to present the biomechanical and clinical considerations during the selection of the appropriate type of attachment. Last but not least, reference is made upon survival, prognosis, technical complications of prosthodontic rehabilitations utilizing attachments and the maintenance need of the attachments.

Results-Conclusions: The use of precision attachments can provide an aesthetic result and eliminate the unsightly display of conventional clasp assemblies. Therefore, precision attachments constitute a useful alternative in the design of removable partial dentures. Intracoronal attachments are incorporated within the physiologic crown contour and have the advantage of directing forces down on the long axis of the abutment tooth. To the contrary, the use of extracoronal attachments includes the potential of torquing abutment teeth due to the direction of forces away from the long axis of the tooth. For that reason, splinting is strongly recommended especially in distal extension RPDs. As far as the resiliency of the attachment is concerned, in vitro studies report that resilient attachments compared to rigid attachments, minimize the amount of force being transferred to the abutment teeth and increase forces on the alveolar ridge. Furthermore, rigid attachments theoretically

KEY WORDS: precision attachment, partial removable denture, biomechanical, complication, survival

Received on 15th Oct., 2011. Accepted on 14th June, 2012.

¹ Dentist

² Professor

Στάλθηκε στις 15.10.2011. Εγκρίθηκε στις 14.6.2012.

¹ Οδοντίατρος

² Καθηγητής

can provide a more favorable stress distribution. However, clinical studies showed that there is no difference in the clinical outcome of different types of attachments. Regrettably, only few clinical studies are available comparing different types of attachments or attachments with conventional clasp retainers. Last but not least, oral hygiene, hygienic design and a regular recall program are thought to be more important factors than the selection of the appropriate type of attachment.

Εισαγωγή

Οι απαιτήσεις των τελευταίων δεκαετιών για μια αισθητική αποκατάσταση και συγχρόνως η αύξηση των μερικά νωδών ατόμων¹ έστρεψαν το ενδιαφέρον του οδοντιατρικού κόσμου σε συγκρατητικά στοιχεία που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τα αντιαισθητικά συμβατικά άγκιστρα στις μερικές οδοντοστοιχίες². Σαν αποτέλεσμα, η χρήση των συνδέσμων εξελίχθηκε και πολλά είδη κυκλοφόρησαν στην οδοντιατρική αγορά.

Οι σύνδεσμοι είναι μηχανισμοί για τη σύνδεση, συγκράτηση και σταθεροποίηση μιας προσθετικής συσκευής. Πρόκειται για συγκρατητήρες που αποτελούνται συνήθως από μια μεταλλική υποδοχή (αρνητικό) που ενσωματώνεται εντός ή εκτός του φυσιολογικού περιγράμματος της μύλης του οδοντικού στηρίγματος ή του οδοντικού εμφυτεύματος και μια μεταλλική προεξοχή που εφαρμόζει στενά στην υποδοχή (θετικό) που συνήθως ενσωματώνεται σε ένα γεφύρωμα ή μια κινητή προσθετική συσκευή ή και αντιστρόφως³. Άλλοτε πρόκειται για προκατασκευασμένα πλαστικά χυτεύσιμα ομοιώματα που ενσωματώνονται στο κέρινο ομοίωμα και χυτεύονται με τον μεταλλικό σκελετό. Η χρήση τους στην κλινική πράξη απαιτεί γνώση των βασικών αρχών της προσθετικής, κατάλληλη εκπαίδευση και εμπειρία, κλινική ικανότητα και κρίση⁴ και θα πρέπει να βασίζεται σε ερευνητική τεκμηρίωση. Δυστυχώς, όμως, λίγες αναφορές γίνονται στη βιβλιογραφία των τελευταίων ετών και η χρήση τους εξακολουθεί να αντιμετωπίζεται με επιφυλακτικότητα από τους οδοντίατρους.

Στην εργασία μας αυτή πραγματοποιείται γενικότατη αναφορά στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των συνδέσμων σε σχέση με τα συμβατικά άγκιστρα καθώς και προσπάθεια ταξινόμησής τους με διαφορετικά κριτήρια. Επίσης, παρουσιάζονται τα εμπειρομηχανικά δεδομένα και κριτήρια που υπεισέρχονται στη διαδικασία επιλογής του κατάλληλου συνδέσμου. Τέλος, αναδεικνύονται οι κλινικοί προβληματισμοί που αφορούν τις απαιτήσεις χώρου για την τοποθέτησή τους, την πρόγνωση των προσθετικών αποκαταστάσεων με συνδέσμους και τις ανάγκες για συντήρηση και επιδιόρθωση που προκύπτουν κατά τη χρήση τους.

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα

Οι σύνδεσμοι χρησιμεύουν ως στοιχεία συγκράτησης τόσο στις μ.ο. όσο και για την σύνδεση δύο διαφορετικών μερών μιας ακίνητης πρόσθεσης. Η απαίτηση για μια αισθητική αποκατάσταση και για αντικατάσταση των αντιαισθητικών ορατών συμβατικών άγκιστρων αποτελεί την πρωταρχική ένδειξη για τη χρήση τους^{2,5-7}.

Όμως, τα αναφερόμενα ως πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τα συμβατικά άγκιστρα καθορίζονται κυρίως από τον τύπο του συνδέσμου και προχωρούν πολύ πέρα από την απόδοση αισθητικού αποτελέσματος όπως:

- στην καλύτερη διαχείριση των δυνάμεων με ευνοϊκή κατανομή των μασητικών δυνάμεων στις στηρικτικές δομές, βελτιωμένη πλάγια στήριξη και έλεγχο της παλινδρόμησης (οριζόντια σταθερότητα) και αντίσταση σε περιστροφικές και εκτοπιστικές δυνάμεις με σύνδεση ακριβείας^{6,8,9},
- στη δυνατότητα μεταβίβασης των μασητικών δυνάμεων στη φατνιακή ακρολοφία στις περιπτώσεις μ.ο. με ελεύθερο άκρο και μείωση των εκμοχλευτικών δυνάμεων στο ακραίο στήριγμα με τη χρήση ενδοτικού συνδέσμου⁵,
- στην εξάλειψη των μασητικών ή κοπτικών επαπτήρων των συμβατικών άγκιστρων με αποτέλεσμα τη μεταφορά του σημείου εφαρμογής των δυνάμεων στο δόντι αυχενικότερα με αποτέλεσμα τη μείωση του μοχλοβραχίονα και των δυνάμεων μοχλού⁴,
- στη μείωση της ενσφίνωσης τροφών και αντίστοιχα μείωση της μικροβιακής πλάκας και της τερηδόνας σε σύγκριση με τα άγκιστρα⁶,
- στην αυξημένη άνεση και αποδοτικότητα μάσησης⁶,
- στην ευκολία μελλοντικής τροποποίησης και επιδιόρθωσης^{2,5,6},
- στην προσαρμοστικότητα τους σε διάφορες κλινικές περιπτώσεις, όπως η δυνατότητα παραλληλισμού πολλαπλών στηριγμάτων με ενδομυλικούς συνδέσμους ακριβείας^{6,10},
- στο διαχωρισμό μιας ακίνητης γέφυρας μεγάλης έκτασης σε μικρότερα τμήματα⁶.

Παρόλα αυτά, η θεραπεία με τη χρήση συνδέσμων παρουσιάζει δυσκολίες που αφορούν το θεραπευτικό σχεδιασμό (επιλογή), την εφαρμογή τους και τη συντήρησή τους¹¹. Συγκεκριμένα, καθιστούν τις εργαστηριακές και κλινικές διαδικασίες πολύ πιο περίπλοκες, αυξάνουν το χρόνο και το κόστος της θεραπείας^{2,4,6} και θέτουν προβληματισμούς που αφορούν την ύπαρξη κλινικής μύλης ικανού ύψους, τη ζωτικότητα του δοντιού λόγω της θέσης του πολφού και την ύπαρξη επαρκούς μεσοφραγματικού χώρου^{4-6,11}. Ακόμη, η φθορά των στοιχείων που απαρτίζουν το σύνδεσμο και η ανάγκη για επιδιο-

θώσεις και συχνούς επανελέγχους καθώς και το γεγονός ότι μερικοί σύνδεσμοι δε δίνουν τη δυνατότητα τροποποιήσεων αποτελούν σημαντικά μειονεκτήματα^{2,12,13}. Σοβαρό προβληματισμό προκαλεί ο κίνδυνος της πρώιμης αποτυχίας της αποκατάστασης σε σχέση με τους συνδέσμους λόγω ασυνέπειας του ασθενή όσον αφορά την τήρηση στοματικής υγιεινής αλλά και ενός προγράμματος τακτικών επανελέγχων².

• Ταξινόμηση

Οι σύνδεσμοι μπορούν να ταξινομηθούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους:

➤ *Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους.*

Μπορούν να ταξινομηθούν σε συνδέσμους ακριβείας και συνδέσμους ημιακριβείας. Οι σύνδεσμοι ακριβείας είναι μεταλλικοί προκατασκευασμένοι σύνδεσμοι, που ενσωματώνονται κατά τη χύτευση στα δύο χυτά μέρη ή συγκολλούνται σε ειδικά κατασκευασμένη υποδοχή στο μεταλλικό σκελετό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο με ευγενή μεταλλικά κράματα. Αντιθέτως, οι σύνδεσμοι ημιακριβείας είναι σύνδεσμοι που υπάρχουν σαν προκατασκευασμένα χυτεύσιμα πλαστικά ομοιώματα που ενσωματώνονται στο κέρινο πρόπλασμα και χυτεύονται με το μεταλλικό σκελετό⁴.

➤ *Ανάλογα με την τοποθέτησή τους σε σχέση με το δόντι στήριγμα.*

Μπορούν να ταξινομηθούν σε ενδομυλικούς και εξωμυλικούς. Ο ενδομυλικός σύνδεσμος είναι σύνδεσμος, το μέρος του οποίου ενσωματώνεται στο δόντι, βρίσκεται εντός του μυλικού περιγράμματος του δοντιού στήριξης, ενώ όταν προβάλλει εκτός του μυλικού περιγράμματος του δοντιού στήριξης πρόκειται για εξωμυλικό σύνδεσμο⁴.

➤ *Ανάλογα με τη δυνατότητα ανεξάρτητης κίνησης της προσθετικής συσκευής και του δοντιού στήριξης (εμβιομηχανική συμπεριφορά).*

Μπορούν να ταξινομηθούν σε άκαμπτους και ενδοτικούς. Συγκεκριμένα, ο άκαμπτος σύνδεσμος δεν επιτρέπει καμία ανεξάρτητη κίνηση της προσθετικής συσκευής από αυτή των δοντιών στήριξης, σε αντίθεση με τον ενδοτικό ο οποίος επιτρέπει περιορισμένη και συγκεκριμένη ανεξάρτητη κίνηση της προσθετικής συσκευής από αυτή των δοντιών στήριξης⁴.

Εμβιομηχανικοί προβληματισμοί

• Επιλογή

Η επιλογή του κατάλληλου συνδέσμου που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες του ασθενή, λειτουργικές

και αισθητικές, είναι το πιο κρίσιμο στάδιο του σχεδιασμού της θεραπείας και εξαρτάται από είδος των συνδέσμων, το σχήμα και τις διαστάσεις τους σε συνάρτηση με τον χώρο, τη λειτουργικότητά τους και τη μηχανική τους αντοχή η οποία είναι ανάλογη των διαστάσεων, των βοηθητικών στοιχείων αλλά και της απλότητας της σχεδίασης¹³. Επίσης, ο κλινικός θα πρέπει να λάβει υπόψη του την απομένουσα οδοντική ουσία, την κινητικότητα των δοντιών, την επιδεξιότητα των ασθενών, τις ενδογενικές και διαγενετικές σχέσεις αλλά και τους αισθητικούς και οικονομικούς παράγοντες^{12,14}.

• Ακριβείας – ημιακριβείας

Σε αντίθεση με τους συνδέσμους ακριβείας, οι σύνδεσμοι ημιακριβείας λόγω της ενσωμάτωσης των μερών τους στο κέρινο ομοίωμα και λόγω της σχετικής ανακρίβειας που οφείλεται στη διαδικασία της χύτευσής τους δεν παρουσιάζουν απόλυτη επαφή των τοιχωμάτων των μερών τους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη συγκράτηση εξαιτίας των μικρότερων δυνάμεων τριβής που αναπτύσσονται ανάμεσα στα παράλληλα τοιχώματα τους. Παρόλα αυτά, η ευκολία κατασκευής και ενσωμάτωσης στην προσθετική αποκατάσταση που δίνει τη δυνατότητα προσαρμογής σε πληθώρα κλινικών περιπτώσεων σε συνδυασμό με το χαμηλότερο κόστος σε σχέση με τους συνδέσμους ακριβείας αποτελούν λόγους προτίμησης για τον οδοντίατρο^{15,16}.

• Ενδομυλικοί – εξωμυλικοί

Οι ενδομυλικοί σύνδεσμοι σε αντίθεση με τους εξωμυλικούς συνδέσμους τοποθετούνται εντός του μυλικού περιγράμματος του δοντιού στήριξης με συνέπεια τη μεταφορά των συγκλεισιακών δυνάμεων κοντά στον επιμήκη άξονα του δοντιού και παράλληλα με αυτόν οδηγώντας σε μείωση των βλαπτικών δυνάμεων μοχλού ειδικά στις περιπτώσεις μ.ο. με ελεύθερο άκρο⁴. Επίσης, οι ενδομυλικοί σύνδεσμοι που συνήθως έχουν μια κυτιόσχημη υποδοχή (αρνητικό) που ενσωματώνεται στο δόντι έχουν τη δυνατότητα μετάδοσης των πλαγίων δυνάμεων μέσω των παράλληλων τοιχωμάτων τους και των μασητικών δυνάμεων μέσω της επαφής του εδάφους του θετικού πάνω στο αρνητικό, προσφέροντας έτσι επιθυμητή αντίσταση σε πλάγιες και κατακόρυφες δυνάμεις (οριζόντια σταθερότητα και στήριξη)^{4,6}. Προσφέρουν, επίσης, πρωτογενή συγκράτηση μέσω των δυνάμεων τριβής που αναπτύσσονται μεταξύ των παράλληλων τοιχωμάτων των μερών τους. Παρόλα αυτά, η σημαντική αποκοπή οδοντικής ουσίας για την ενσωμάτωσή τους στο δόντι και προβληματισμοί που αφορούν το μέγεθος και τη θέση του πολφού αλλά και την ύπαρξη κλινικής μύλης ικα-

νού ύψους για την τοποθέτησή τους αποτελούν τα βασικά μειονεκτήματα ενός ενδομυλικού συνδέσμου σε σχέση με τον εξωμυλικό^{4,6,11}.

Αντιθέτως, η χρήση ενός εξωμυλικού συνδέσμου έχει ορισμένους περιορισμούς που οφείλονται στην τοποθέτησή τους έξω από το περίγραμμα του δοντιού στήριξης. Συγκεκριμένα, αφορούν τη μεταφορά των δυνάμεων μακριά από τον επιμήκη άξονα του δοντιού και την άσκηση υπερβολικών δυνάμεων μοχλού στο άπω οδοντικό στήριγμα σε μ.ο. με ελεύθερο άκρο. Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαία τη ναρθηκοποίηση του ακραίου στήριγματος με άλλα δόντια¹⁷⁻²⁰. Όπως έδειξαν και οι Charkawi και συν. σε εργαστηριακή μελέτη, η ναρθηκοποίηση τουλάχιστον των δύο ακραίων στήριγμάτων κατά τη χρήση εξωμυλικού συνδέσμου οδηγεί σε μεγάλη μείωση των ασκούμενων τάσεων¹⁴. Κρατώντας κριτική στάση απέναντι στην υπάρχουσα βιβλιογραφία όσον αφορά τους περιορισμούς που αναφέρονται στη μεταφορά των δυνάμεων μακριά από τον επιμήκη άξονα του δοντιού και ανάπτυξη δυνάμεων μοχλού, αξίζει να αναφέρουμε ότι στο παρελθόν οι Nyman και Lindhe έχουν δείξει ότι δόντια με μειωμένο περιοδόντιο έχουν την ικανότητα να ανταπεξέλθουν σε αυξημένες δυνάμεις και να στηρίζουν με επιτυχία προσθέσεις με άπω προβόλους με την προϋπόθεση ότι τα στήριγματα αυτά διατηρούνται υγιή περιοδοντικά και έχει πραγματοποιηθεί διατοξική ακινητοποίηση⁴⁸.

Επίσης, οι περιορισμοί αφορούν και τη δυσκολία διατήρησης στοματικής υγιεινής λόγω της παγίδευσης τροφών και συσσώρευσης μικροβιακής πλάκας κάτω από το σύνδεσμο³⁸. Παρόλα αυτά, θέλοντας να τονίσουμε τη σημασία της υγιεινής σχεδίασης⁴⁷, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η σχεδίαση του εξωμυλικού συνδέσμου σε ικανή απόσταση από την επιφάνεια του δοντιού και τους περιοδοντικούς ιστούς θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο φλεγμονής των μαλακών ιστών και συσσώρευσης μικροβιακής πλάκας και μπορεί να αποτελέσει πλεονέκτημα σε αντίθεση με ό,τι αναφέρει η υπάρχουσα βιβλιογραφία.

Τέλος, παρά τους όποιους περιορισμούς, η δυνατότητα τοποθέτησης των εξωμυλικών συνδέσμων χωρίς σημαντική αποκοπή οδοντικής ουσίας αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με τους ενδομυλικούς και η χρήση τους ενδείκνυνται ειδικά σε περιπτώσεις στήριγμάτων με ευρύ πολφό με σκοπό την αποφυγή σκόπιμης ενδοδοντικής θεραπείας^{4,11}.

• **Άκαμπτοι – ενδοτικοί**

Ο βαθμός κίνησης της βάσης της μ.ο. (ενδοτικότητα) σε σχέση με τα δόντια στήριγματα καθορίζει τη συγκλεισιακή αποτελεσματικότητα και το βαθμό στον οποίο τα στήριγματα υπόκεινται σε δυνάμεις

μοχλού²² αλλά και την κατανομή των δυνάμεων ανάμεσα στα στήριγματα και στη βάση της οδοντοστοιχίας ειδικά σε περιπτώσεις με ελεύθερο άκρο^{17,23,24}.

Πιο συγκεκριμένα, στην άκαμπτη σύνδεση δεν υπάρχει δυνατότητα ανεξάρτητης κίνησης της βάσης της μ.ο. σε σχέση με τα δόντια στήριξης και συνεπώς κάθε κίνηση της βάσης που προκαλείται από τις μασητικές δυνάμεις που ασκούνται στη μ.ο. συνεπάγεται και ανάλογη φόρτιση των δοντιών στήριξης. Σε οδοντικά στήριζόμενες μ.ο. η άκαμπτη σύνδεση δεν παρουσιάζει καμία επίπτωση για τις στηρικτικές δομές. Συγκεκριμένα, η χρήση των άκαμπτων συνδέσμων συνεπάγεται μικρότερη κίνηση της βάσης της μ.ο. και απόδοση πιο σταθερής σύγκλεισης με αποτέλεσμα τη διατήρηση της ισορροπίας του Στοματογναθικού συστήματος^{4,26}.

Παρόλα αυτά, η χρήση άκαμπτης σύνδεσης σε μ.ο. με ελεύθερο άκρο, όπου η στήριξη προέρχεται και από την φατνιακή ακρολοφία που καλύπτεται από μαλακό βλεννογόνο, θα πρέπει να σχεδιάζεται πολύ προσεκτικά. Συγκεκριμένα, σε περιπτώσεις με ελεύθερο άκρο η διαφορά ενδοτικότητας του δοντιού και του βλεννογόνου επιτρέπουν στη βάση της μ.ο. μια περιστροφική κίνηση¹⁵. Σε αυτές τις περιπτώσεις, με τη χρήση άκαμπτης σύνδεσης η κίνηση αυτή συνεπάγεται και ανάλογη κίνηση του ακραίου στήριγματος που λειτουργεί ως υπομόχλιο της περιστροφικής κίνησης της βάσης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μοχλού 1^{ης} τάξης¹⁵. Όσο πιο άκαμπτη είναι η σύνδεση τόσο μεγαλύτερες δυνάμεις μεταφέρονται, οι οποίες μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο τα ακραία στήριγματα^{21,26}.

Σύμφωνα με εργαστηριακές μελέτες, οι άκαμπτοι σύνδεσμοι σε σχέση με τα άγκιστρα ή τους ενδοτικούς συνδέσμους, ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στο ακραίο οδοντικό στήριγμα. Παρόλα αυτά, ασκούν τις μικρότερες δυνάμεις στη φατνιακή ακρολοφία λόγω της μικρότερης κατακόρυφης μετατόπισης της βάσης, με αποτέλεσμα τη μικρότερη απορρόφηση της φατνιακής ακρολοφίας^{25,27-29}.

Αντιθέτως, η ενδοτική σύνδεση επιτρέπει στις βάσεις της μ.ο. μικρού βαθμού ανεξάρτητη κίνηση, έτσι ώστε κάθε κίνηση της μ.ο., λόγω των μασητικών δυνάμεων, να μη συνεπάγεται αντίστοιχη κίνηση των στήριγμάτων, με αποτέλεσμα τη μείωση των δυνάμεων μοχλού στα οδοντικά στήριγματα σε σχέση με την άκαμπτη σύνδεση^{15,25,27-30}. Επομένως, ενδείκνυνται ειδικά σε περιπτώσεις με ελεύθερο άκρο και σε ασθενέστερα περιοδοντικά στήριγματα^{31,32}.

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με εργαστηριακά δεδομένα, οι ενδοτικοί σύνδεσμοι υστερούν ως προς την ισοκατανομή των συγκλεισιακών δυνάμεων σε σχέση με άκαμπτες μορφές σύνδεσης όπως τα άγκιστρα και τους τηλεσκοπικούς συνδέσμους³³. Επίσης,

επιτρέπουν μεγαλύτερη κατακόρυφη μετατόπιση της βάσης της μ.ο. και ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στη φατνιακή ακρολοφία^{25,27-29}. Επομένως, με τη χρήση ενδοτικών συνδέσμων υπάρχει κίνδυνος μεγαλύτερης απορρόφησης της φατνιακής ακρολοφίας σε σχέση με τους άκαμπτους⁴⁶.

Απαραίτητη για την απόφαση επιλογής του κατάλληλου συνδέσμου είναι η αξιολόγηση της ικανότητας των στηρικτικών στοιχείων (δοντιών και ακρολοφιών) να δεχθούν τις λειτουργικές φορτίσεις της προσθετικής συσκευής³⁵. Σε οδοντικά στηριζόμενες μ.ο. η επιλογή ενδοτικής ή άκαμπτης σύνδεσης δεν έχει καμία κλινική διαφορά. Παρόλα αυτά, σε μ.ο. ελευθέρου άκρου και με δεδομένο ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί νάρθηκοποίηση των ακραίων στηριγμάτων με τα παρακείμενα δόντια, όταν το ακραίο οδοντικό στήριγμα έχει καλή περιοδοντική στήριξη αλλά παρατηρείται κάποιου βαθμού απορρόφηση της φατνιακής ακρολοφίας, προτιμότερο είναι να επιλέγεται άκαμπτη σύνδεση ενώ σε περιπτώσεις με αδύναμα περιοδοντικά στηρίγματα προτείνεται η χρήση ενδοτικής σύνδεσης³⁴⁻³⁶. Με την ίδια υπόθεση, στην άνω γνάθο, η στήριξη και η σταθερότητα που προσφέρει η παρουσία του μείζονα συνδετήρα και της σκληρής υπερώας επιτρέπουν τη χρήση είτε ενδοτικών είτε άκαμπτων συνδέσμων. Στην κάτω γνάθο, ειδικά σε περιπτώσεις με οξύαιχμη και απορροφημένη φατνιακή ακρολοφία που εξασφαλίζει μειωμένη στήριξη και σταθερότητα στη μ.ο., θα πρέπει να προτιμάται η ενδοτική σύνδεση για την προστασία των οδοντικών στηριγμάτων³².

Θα πρέπει όμως να καταλάβουμε ότι για την επιτυχία μιας μ.ο. σημαντικότερο από την επιλογή του είδους του συνδέσμου είναι να δοθεί έμφαση στη στοματική υγιεινή για τη διατήρηση της περιοδοντικής υγείας των στηριγμάτων, στον προγραμματισμό συχνών επανελέγχων και επανεφαρμογών και στην υγιεινή σχεδίαση της μ.ο.^{47,48,49}. Διαφορετικά, η επιλογή είτε άκαμπτου είτε ενδοτικού συνδέσμου θα μας οδηγήσει σε αποτυχία.

Κλινικοί προβληματισμοί

➤ Επάρκεια χώρου

Η απουσία επαρκούς χώρου για την τοποθέτηση των συνδέσμων δημιουργεί σοβαρούς προβληματισμούς κατά το θεραπευτικό σχεδιασμό³⁷.

Συγκεκριμένα, απαιτούνται τουλάχιστον 4-5 χιλ. κατακόρυφου χώρου για την ιδανική λειτουργία των περισσότερων συνδέσμων και 6 χιλ. ύψος της κλινικής μύλης για την ενσωμάτωσή τους^{4,11}. Ειδικά για τη χρήση ενδοτικών εξωμυλικών συνδέσμων, σύμφωνα με τους Ku και συν. απαιτείται το λιγότερο 7 χιλ. χώρου μεταξύ της υπολειμματικής ακρολοφίας και των ανταγωνιστών⁵. Ο κατακόρυφος χώρος εξυπηρετεί την τοποθέτηση τόσο του συνδέσμου όσο

και των τεχνητών δοντιών αλλά και τη λειτουργία των συνδέσμων που παρέχουν συγκράτηση μέσω τριβής των παράλληλων επιφανειών του θετικού και αρνητικού τμήματος. Επομένως, οι κοντές κλινικές μύλες αντενδείκνυνται για τη χρήση συνδέσμων ακριβείας^{4,6,11}. Ακόμη, ιδιαίτερα κρίσιμος για τη χρήση ενδομυλικού συνδέσμου θεωρείται ο χώρος ανάμεσα στην περιφέρεια του δοντιού και τον πολφό. Συχνά, σε οδοντικά στηρίγματα με ευρύ πολφό προκύπτει η ανάγκη για σκόπιμη ενδοδοντική θεραπεία. Αυτές οι περιπτώσεις αποτελούν ένδειξη για εξωμυλικούς συνδέσμους^{4,11}.

Τέλος, η ύπαρξη ικανής παρειογλωσσικής διάστασης του δοντιού αποτελεί άλλη μια σημαντική παράμετρο στο σχεδιασμό της θεραπείας με τους συνδέσμους. Η έλλειψη επαρκούς παρειογλωσσικού εύρους στην πρόσθια περιοχή αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για τον κλινικό οδοντίατρο^{4,5,11}.

➤ Πρόγνωση - επιπλοκές - συντήρηση

Οι μερικές οδοντοστοιχίες με συνδέσμους παρουσιάζουν σε υψηλό βαθμό τεχνικές επιπλοκές που αυξάνουν την ανάγκη για επιδιόρθωση ή επανεφαρμογή καθώς και το συνολικό κόστος για τον ασθενή. Απαιτούνται συχνοί επανέλεγχοι όπου εκτιμάται η απώλεια στήριξης και η ανάγκη για επανεφαρμογή, ενεργοποίηση των εσωτερικών βιδών των συνδέσμων ακριβείας λόγω μείωσης της συγκράτησής τους ή αντικατάσταση του θετικού ή του αρνητικού μέρους^{5,12,13,38}. Εργαστηριακή μελέτη των Holst και συν. έδειξε την απώλεια της συγκρατητικής δύναμης εξαιτίας της λειτουργικής φθοράς και ανέδειξε την ανάγκη χρήσης ευγενών κραμάτων χρυσού για την κατασκευή τους τα οποία επιδεικνύουν την μεγαλύτερη αντοχή στη λειτουργική φθορά¹².

Συγκεκριμένα, η κλινική μελέτη των Vermeulen και συν. έδειξε μεγαλύτερη ανάγκη συμπληρωματικής θεραπείας σε μ.ο. με συνδέσμους από τις συμβατικές μ.ο., με ποσοστά επιβίωσης από 59-76% στα 5 έτη και 30-48% στα 10 έτη, καθώς και μεγαλύτερα ποσοστά (11-71% σε 5 έτη και 34-90% σε 10 έτη) όσον αφορά την ανάγκη για τροποποίηση της βάσης μερικής οδοντοστοιχίας με συνδέσμους³⁹. Όμως, οι Owall και συν. ανέφεραν μεγαλύτερα ποσοστά 10ετούς επιβίωσης (68,6%) για αποκαταστάσεις με ενδομυλικούς άκαμπτους συνδέσμους⁴⁰ και παρόμοια ποσοστά (70%) σε δεύτερη αναδρομική μελέτη που αφορούσε μ.ο. με σφαιρικούς συνδέσμους⁴¹. Ακόμη, σε μια έρευνα με ερωτηματολόγια με ασθενείς και οδοντιάτρους βρέθηκε μεγάλος αριθμός τεχνικών επιπλοκών με τις 17 από τις 57 μ.ο. ελευθέρου άκρου να εμφανίζουν προβλήματα με τους συνδέσμους ακριβείας⁴². Τέλος, οι Besimo και συν. ανέφεραν αποκόλληση εξωμυλικών συνδέσμων σε ποσοστό 8,7%⁴³.

Ελάχιστες είναι οι έρευνες που συγκρίνουν τα

ποσοστά επιτυχίας μεταξύ διαφορετικών ειδών συνδέσμων. Ειδικότερα, οι Geering και συν., σε αναδρομική μελέτη με 198 ασθενείς, βρήκαν ότι σε μια περίοδο 10 ετών αποκαταστάσεις με ενδοτικούς συνδέσμους χρειάστηκαν περισσότερες επιδιορθώσεις και επανεφαρμογές από αυτές όπου χρησιμοποιήθηκαν άκαμπτοι σύνδεσμοι ακριβείας. Επίσης, η απώλεια δοντιών εξαιτίας περιοδοντίτιδας συσχετίστηκε σχεδόν αποκλειστικά με την ενδοτική σύνδεση⁴⁴. Τέλος, οι Studer και συν. σε κλινική μελέτη σύνθετων αποκαταστάσεων ανέφεραν ποσοστά επιβίωσης 53,6% μετά από 5 χρόνια και 30,1% μετά από 8 χρόνια για συνδέσμους ακριβείας σε αντίθεση με τις αποκαταστάσεις όπου χρησιμοποιήθηκαν σύνδεσμοι ημιακριβείας που εμφάνισαν αντίστοιχα ποσοστά επιβίωσης 98,1% και 93,1%. Οι κύριοι λόγοι αποτυχίας ήταν βιολογικοί και ειδικότερα κατάγματα του δοντιού στηρίγματος⁴⁵. Οι Wichmann και συν. έδειξαν μεγαλύτερη φθορά σε συνδέσμους με μεταλλικές επιφάνειες επαφής σε σχέση με αυτούς που φέρουν πλαστικά μέρη¹³. Τέλος, εργαστηριακή μελέτη των Holst και συν. έδειξε την απώλεια της συγκρατητικής δύναμης εξαιτίας της λειτουργικής φθοράς και ανέδειξε την ανάγκη χρήσης ευγενών κραμάτων χρυσού για την κατασκευή τους τα οποία επιδεικνύουν τη μεγαλύτερη αντοχή στην λειτουργική φθορά¹².

Συμπερασματικά, ελάχιστες είναι οι μακροχρόνιες κλινικές συγκριτικές μελέτες για την έκβαση των μ.ο. με συνδέσμους ακριβείας ή ημιακριβείας ή σε σχέση με τις συμβατικές μερικές οδοντοστοιχίες.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Η απαίτηση για μια αισθητική αποκατάσταση και για αντικατάσταση των αντιαισθητικών ορατών συμβατικών αγκίστρων αποτελεί την πρωταρχική ένδειξη για τη χρήση των συνδέσμων στη μερική οδοντοστοιχία^{2,5-7}. Η επιλογή του κατάλληλου συνδέσμου που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες του ασθενή, λειτουργικές και αισθητικές, είναι το πιο κρίσιμο στάδιο του σχεδιασμού της θεραπείας. Συγκεκριμένα, οι ενδομυλικοί σύνδεσμοι πλεονεκτούν όσον αφορά την ισοκατανομή και διαχείριση των δυνάμεων προσφέροντας αυξημένη στήριξη και οριζόντια σταθερότητα καθώς και μεταφορά των συγκλεισιακών δυνάμεων παράλληλα στον επιμήκη άξονα του δοντιού με αποτέλεσμα μικρότερες δυνάμεις μοχλού σε μ.ο με ελεύθερο άκρο^{4,6}. Αντιθέτως, οι εξωμυλικοί, λόγω της τοποθέτησής τους εκτός του περιγράμματος του δοντιού, ασκούν εκμοχλευτικές δυνάμεις στα ακραία στηρίγματα^{14,17-20}. Γι' αυτό τονίζεται η ανάγκη για ναρθηκοποίησή τους με τα παρακείμενα δόντια¹⁴. Βασική ένδειξη για χρήση των εξωμυλικών συνδέσμων είναι περιπτώσεις δοντιών με ευρύ πολφό λόγω του μικρού χώρου ανάμεσα στην περι-

φέρεια του δοντιού και τον πολφό προς αποφυγή σκόπιμης ενδοδοντικής θεραπείας^{4,11,38}. Επομένως, σε περιπτώσεις που θα αποφασίσουμε να χρησιμοποιήσουμε εξωμυλικούς συνδέσμους σε μ.ο. με ελεύθερο άκρο, θα πρέπει, πέρα από τη ναρθηκοποίηση του ακραίου στηρίγματος με τα παρακείμενα δόντια¹⁴, να εξασφαλίσουμε την καλή εφαρμογή της βάσεως με την υπολειμματική φατνιακή ακρολοφία άρα και τη στήριξη της μ.ο. από αυτή και τη μεγαλύτερη δυνατή αλλά λειτουργική επέκτασή της με σωστή αποτύπωση των νωδών περιοχών και συχνές επανεφαρμογές των βάσεων. Επίσης, θα πρέπει να δώσουμε έμφαση στην υγιεινή σχεδίαση⁴⁷, με τοποθέτηση του εξωμυλικού συνδέσμου σε ικανή απόσταση από την επιφάνεια του δοντιού και του βλενογόνου με σκοπό τη μείωση της κατακράτησης τροφών και τη δυνατότητα καθαρισμού με μηχανικά μέσα.

Η πιο σημαντική απόφαση όμως κατά το θεραπευτικό σχεδιασμό είναι ο καθορισμός της ενδοτικότητας της σύνδεσης. Ειδικότερα, η ενδοτική σύνδεση επιτρέπει στις βάσεις της μ.ο. μικρού βαθμού ανεξάρτητη κίνηση έτσι ώστε κάθε κίνηση της μ.ο., λόγω των μασητικών δυνάμεων, να μη συνεπάγεται αντίστοιχη φόρτιση των στηριγμάτων με αποτέλεσμα τη μείωση των δυνάμεων μοχλού στα οδοντικά στηρίγματα σε σχέση με την άκαμπτη σύνδεση^{15,25,27-30}. Επομένως, ενδείκνυται ειδικά σε περιπτώσεις με ελεύθερο άκρο και σε ασθενέστερα περιοδοντικά στηρίγματα^{31,32}. Παρόλο που διαφορές μεταξύ των ενδοτικών και των άκαμπτων συνδέσμων δεν τεκμηριώνονται κλινικά^{40,41}, σύμφωνα με εργαστηριακά δεδομένα οι ενδοτικοί σύνδεσμοι υστερούν ως προς την ισοκατανομή των συγκλεισιακών δυνάμεων σε σχέση με άκαμπτες μορφές σύνδεσης³³. Επίσης, επιτρέπουν μεγαλύτερη κατακόρυφη μετατόπιση της βάσης της μ.ο. και ασκούν μεγαλύτερες δυνάμεις στη φατνιακή ακρολοφία^{25,27-29}. Επομένως, με τη χρήση ενδοτικών συνδέσμων αναμένουμε μεγαλύτερη απορρόφηση της φατνιακής ακρολοφίας σε σχέση με τους άκαμπτους⁴⁶.

Απαραίτητη, όμως, για την απόφαση επιλογής του κατάλληλου συνδέσμου είναι η αξιολόγηση της ικανότητας των στηρικτικών στοιχείων (δοντιών και ακρολοφιών) να δεχθούν τις λειτουργικές φορτίσεις της προσθετικής συσκευής³⁵. Σε οδοντικά στηριζόμενες περιπτώσεις η επιλογή ενδοτικής ή άκαμπτης σύνδεσης δεν έχει καμία κλινική διαφορά. Παρόλα αυτά, σε περιπτώσεις ελεύθερου άκρου και με δεδομένο ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ναρθηκοποίηση των ακραίων στηριγμάτων με τα παρακείμενα, όταν το ακραίο οδοντικό στήριγμα έχει καλή περιοδοντική στήριξη αλλά παρατηρείται κάποιου βαθμού απορρόφηση της φατνιακής ακρολοφίας, προτιμότερο είναι να επιλέγεται άκαμπτη σύνδεση, ενώ σε περιπτώσεις με αδύναμα περιοδοντικά στηρίγματα

προτείνεται η χρήση ενδοτικής σύνδεσης³⁴⁻³⁶. Με την ίδια υπόθεση, στην άνω γνάθο η σταθερότητα που προσφέρει η παρουσία του μείζονα συνδετήρα και της σκληρής υπερώας επιτρέπει τη χρήση είτε ενδοτικών είτε άκαμπτων συνδέσμων. Στην κάτω γνάθο, ειδικά σε περιπτώσεις με οξύαιχμη και απορροφημένη φατνιακή ακρολοφία που εξασφαλίζει μειωμένη στήριξη και σταθερότητα στη μ.ο., θα πρέπει να προτιμάται η ενδοτική σύνδεση για την προστασία των οδοντικών στηριγμάτων³². Και στις δύο περιπτώσεις, θα πρέπει να δώσουμε προσοχή στην σωστή αποτύπωση της υπολειμματικής φατνιακής ακρολοφίας και στη μεγαλύτερη δυνατή και λειτουργική επέκταση της βάσης της μερικής οδοντοστοιχίας. Επίσης, πολύ σημαντικός είναι ο προγραμματισμός συχνών επανελέγχων⁴⁹ για την έγκαιρη επανεφαρμογή των βάσεων, την αντικατάσταση των μερών του συνδέσμου που έχουν υποστεί φθορά και την εξισορρόπηση της σύγκλεισης όταν είναι αναγκαίο. Έτσι, εξασφαλίζουμε τη διατήρηση της εφαρμογής της βάσης με τον υποκείμενο βλεννογόνο, την ομοιόμορφη κατανομή των μασητικών δυνάμεων στους στηρικτικούς ιστούς, τη μείωση της κατά μονάδα επιφάνειας οστού μεταφερόμενης δύναμης και της υποχώρησης των βάσεων προς τους υποκείμενους ιστούς αλλά και τη μείωση των εκμοχλευτικών δυνάμεων στα ακραία στηρίγματα.

Στη βιβλιογραφία, επίσης, παρουσιάζονται προβληματισμοί που αφορούν την ανάγκη ύπαρξης επαρκούς χώρου για την τοποθέτησή τους, με τους περισσότερους συνδέσμους να απαιτούν τουλάχιστον 4-5 χιλ. κατακόρυφου χώρου και 6 χιλ. ύψος κλινικής μύλης, ενώ ειδικά για τους ενδομυλικούς απαιτείται ικανός χώρος από την περιφέρεια του δοντιού έως τον πολφό^{4,11,37}.

Όσον αφορά την πρόγνωση των μ.ο. με συνδέσμους σε σχέση με τις συμβατικές μ.ο. παρουσιάζουν υψηλότερο βαθμό τεχνικών επιπλοκών καθώς και μεγαλύτερες ανάγκες για επιδιορθώσεις και επανεφαρμογές^{12,13,39-43}.

Παρόλα αυτά, σε μια κριτική θεώρηση της βιβλιογραφίας θα λέγαμε ότι λόγω της ανομοιογένειας των πειραματικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν και των διαφορετικών ειδών συνδέσμων που εξετάστηκαν, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Επίσης, ελάχιστες είναι οι μακροχρόνιες κλινικές συγκριτικές μελέτες^{44,45} για την έκβαση των μ.ο. με κάποιο είδος συνδέσμου σε σχέση με κάποιο άλλο ή με τα συμβατικά άγκιστρα. Επομένως, στερούμαστε της αναγκαίας τεκμηρίωσης που να δικαιολογεί τη χρήση των συνδέσμων ή ενός είδους συνδέσμου. Όμως, το αισθητικό πλεονέκτημα που προσφέρουν τους καθιστά αναγκαίους στο θεραπευτικό σχεδιασμό^{2,5-7}.

Η υπάρχουσα βιβλιογραφία προσπαθεί να παρουσιάσει τα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά των συνδέ-

σμων ενώ η προσέγγιση του θεραπευτικού σχεδιασμού από άποψη υγιεινής και πρόληψης παραμελείται. Η απόφαση για τη χρήση συνδέσμων επιβάλλει τη γνώση της ακριβούς λειτουργίας τους και τη σωστή επιλογή των περιπτώσεων έπειτα από προσεκτική αξιολόγηση της κάθε κλινικής περίπτωσης. Παρόλα αυτά, σημαντικότερο από την επιλογή του κατάλληλου συνδέσμου για τη μακροχρόνια επιτυχία της μ.ο. είναι η περιοδοντική υγεία των στηριγμάτων⁴⁷⁻⁴⁹, η ενεργοποίηση του ασθενή σε θέματα στοματικής υγιεινής^{48,49}, οι συχνοί επανελέγχοι⁴⁹ για την επανενεργοποίηση των συνδέσμων και την επανεφαρμογή των βάσεων της μ.ο. η υγιεινή σχεδίαση⁴⁷ της μ.ο. που θα διευκολύνει την απομάκρυνση της μικροβιακής πλάκας, καθώς και η συντηρητική ναρθηκοποίηση στις περιπτώσεις που είναι αναγκαίο¹⁴.

Βιβλιογραφία

1. Thompson GW, Kreisel PS. The impact of the demographics of aging and the edentulous condition on dental care services. *J Prosthet Dent.* 1998; 79:56-9.
2. Cunningham DM. Indications and contraindications for precision attachments. *Dent Clin North Am* 1970; 14:595-601.
3. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent.* 2005; 94:10-92.
4. Burns DR, Ward JE. A Review of Attachments for Removable Partial Denture Design: Part 1. Classification and Selection. *Int J Prosthodont* 1990; 3:98-102.
5. Ku Y, Shen Y, Chan C. Extracoronally resilient attachments in distal removable partial dentures. *Quintessence Int* 2000; 31:311-7.
6. Winkler S, Monasky GE, Abbott FB. A review of extracoronally and intracoronally retainer systems. *Dent Clin North Am.* 1985; 29:57-66.
7. Bates JF, Huggett R, Stafford GD. Removable denture construction. 3rd ed. London: Wright, 1991 pp. 59-60.
8. Lammie GA, Laird WR. Osborne and Lammie's partial dentures. 5th ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986 pp.189-307.
9. Wilson HJ, Mansfield MA, Heath JR, Spence D. Dental technology and materials for students. 8th ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987 pp.329-51.
10. Lorencki SF. Planning precision attachment restorations. *J Prosthet Dent* 1969; 21: 506-8.
11. Preiskel HW. Precision attachments in Prosthodontics Vol 1. The applications of intracoronally and extracoronally attachments. Chicago, Quintessence Publ Co, 1984.
12. Holst S, Blatz MB, Eitner S, Wichmann M. In vitro wear of different material combinations of intracoronally precision attachments. *Int J Prosthodont* 2006; 19:330-2.
13. Wichmann MG, Kuntze W. Wear behavior of precision attachments. *Int J Prosthodont* 1999; 12:409-14.
14. el Charkawi HG, el Wakad MT. Effect of splinting on load distribution of extracoronally attachment with distal extension prosthesis in vitro. *J Prosthet Dent.* 1994; 6; 76:315-20.
15. Zinner ID. Semiprecision rest system for distal-extension removable partial dentures. *J Prosthet Dent.* 1979; 42:4-11.

16. Zinner ID. Locking types of semiprecision attachments. *Dent Clin North Am.* 1985; 29:81-96.
17. Berg T, Caputo AA. Load transfer by a maxillary distal-extension removable partial denture with cap and ring extracoronal attachments. *J Prosthet Dent* 1992; 68:784-9.
18. Berg T, Caputo AA. Comparison of load transfer by maxillary distal extension removable partial dentures with a spring-loaded plunger attachment and I-bar retainer. *J Prosthet Dent* 1992; 68:500-7.
19. Berg T, Caputo AA. Maxillary distal-extension removable partial denture abutments with reduced periodontal support. *J Prosthet Dent* 1993; 70:245-50.
20. Preiskel HW. Precision attachments for the partially dentate mouth. *Ann R Coll Surg Engl.* 1974; 55:294-8.
21. Grasso JE, Miller EL. *Removable Partial Prosthodontics*, ed 3. St Louis: Mosby, 1991 pp 134-7.
22. Mc Ginvey GP, Castleberry DJ. *McCracken's Removable Partial Prosthodontics*, ed 9. St Louis: Mosby, 1995pp.160-88.
23. Igarashi Y, Kawata M, Shiba A. In vivo assessment of the occlusal stress distributed in the free-end saddle RPDs. *J Dent Res* 1991; 70:793.
24. Igarashi Y, Ogata A, Kuroiwa A, et al. Stress distribution and abutment tooth mobility of distal extension removable partial dentures with different retainers: an in vivo study. *J Oral Rehabil* 1999; 26:111-6.
25. Chou TM, Caputo AA, Moore DJ, Xiao B, Sakumura JS. Photoelastic analysis and comparison of force transmission characteristics of intracoronal attachments with clasp distal-extension removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1989; 62:313-9.
26. Igarashi Y, Ogata A, Kuroiwa A, Wang CH. Stress distribution and abutment tooth mobility of distal-extension removable partial dentures with different retainers: an in vivo study. *J Oral Rehabil.* 1999; 26:111-6.
27. Kratochvil FJ, Thompson WD, Caputo AA. Photoelastic analysis of stress patterns on teeth and bone with attachment retainers for removable partial dentures. *J Prosthet Dent.* 1981; 46:21-8.
28. White JT. Visualization of stress and strain related to removable partial denture abutments. *J Prosthet Dent.* 1978; 40:143-51.
29. Saito M, Miura Y, Notani K, Kawasaki T. Stress distribution of abutments and base displacement with precision attachment and telescopic crown-retained removable partial dentures. *J Oral Rehabil.* 2003; 30:482-7.
30. Zinner ID, Pines MS, Markovits S, Neurohr FG 3rd. A stress-releasing intracoronal attachment for extension base removable partial dentures. *Gen Dent.* 1998; 46:398-402.
31. Altay OT, Tsolka P, Preiskel HW. Abutment teeth with extracoronal attachments: the effects of splinting on tooth movement. *Int J Prosthodont.* 1990; 3:441-8.
32. Zinner ID. Nonlocking types of semiprecision attachments. *Dent Clin North Am.* 1985; 29:97-115.
33. Pezzoli M, Rossetto M, Calderale PM. Evaluation of load transmission by distal-extension removable partial dentures by using reflection photoelasticity. *J Prosthet Dent.* 1986; 56:329-37.
34. Miller EL. *Removable Partial Prosthodontics.* Baltimore, 1972, The Williams & Wilkins Co., pp 141-2.
35. Monteith BD. Management of loading forces on mandibular distal-extension prostheses. Part II: Classification for matching modalities to clinical situations. *J Prosthet Dent.* 1984; 52:832-6.
36. Monteith BD. Management of loading forces on mandibular distal-extension prostheses. Part I: Evaluation of concepts for design. *J Prosthet Dent* 1984;52:673-81.
37. Goto Y, Brudvik JS. Custom precision attachment housings for removable partial dentures. *J Prosthet Dent.* 2002; 88:100-2.
38. Wolfe RE. Symposium on semiprecision attachments in removable partial dentures. Extracoronal attachments. *Dent Clin North Am.* 1985; 29:185-98.
39. Vermeulen A, Keltjens H, van't Hof MA, Kayser AF. Ten-year evaluation of removable partial dentures: Survival rates based on retreatment, not wearing and replacement. *J Prosthet Dent* 1996; 76:267-72.
40. Owall B. Precision attachment-retained removable partial dentures: Part 1. Technical long-term study. *Int J Prosthodont.* 1991; 4:249-57.
41. Owall B. Precision attachment-retained removable partial dentures: Part 2. Long-term study of ball attachments. *Int J Prosthodont.* 1995; 8:21-8.
42. Owall B, Jönsson L. Precision attachment-retained removable partial dentures. Part 3. General practitioner results up to 2 years. *Int J Prosthodont.* 1998; 11:574-9.
43. Besimo C, Gachter M, Iahn M, Hassell T. Clinical performance of resin-bonded fixed partial dentures and extracoronal attachments for removable prostheses. *J Prosthet Dent* 1997; 78:465-71.
44. Geering AH, Bourqui, M & Clemenson R. Die Verbindung des Freundsattels in der Geruprothetik. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 1988; 98:953.
45. Studer SP, Mader C, Stahel W, Scharer P. A retrospective study of combined fixed-removable reconstructions with their analysis of failures. *J Oral Rehabil* 1998; 25:513-26.
46. Clayton JA. A stable base precision attachment removable partial denture (PARPD): theories and principles. *Dent Clin North Am.* 1980; 24:3-29.
47. Owall B, Budtz-Jørgensen E, Davenport J, Mushimoto E, Palmqvist S, Renner R, Sofou A, Wöstmann B. Removable partial denture design: a need to focus on hygienic principles? *Int J Prosthodont.* 2002; 15:371-8.
48. Nyman S, Lindhe J. A longitudinal study of combined periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J Periodontol.* 1979; 50:163-9.
49. Kapur KK, Deupree R, Dent RJ, Hasse AL. A randomized clinical trial of two basic removable partial denture designs. Part I: Comparisons of five-year success rates and periodontal health. *J Prosthet Dent.* 1994; 72:268-82.