

## Σύγκριση της αντοχής δεσμού γλωσσικών αγκυλίων χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους παρασκευής της βάσης από σύνθετη ρητίνη

Burak Aksu,<sup>1</sup> M. Cem Caniklioglu,<sup>2</sup> Yildiz Öztürk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Επιστημονικός Συνεργάτης, Εργαστήριο Ορθοδοντικής, Οδοντιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κωνσταντινούπολης, Τουρκία.

<sup>2</sup>Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο Ορθοδοντικής, Οδοντιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κωνσταντινούπολης, Τουρκία.

<sup>3</sup>Καθηγητής, Εργαστήριο Ορθοδοντικής, Οδοντιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κωνσταντινούπολης, Τουρκία.

## Comparison of bond strength of lingual brackets under different composite base forming method

Burak Aksu,<sup>1</sup> M. Cem Caniklioglu,<sup>2</sup> Yildiz Öztürk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Research Fellow, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Istanbul University, Turkey.

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Istanbul University, Turkey.

<sup>3</sup>Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Istanbul University, Turkey.

### ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΣΚΟΠΟΣ:** Να διερευνηθεί η αντοχή του δεσμού στη διάτμηση των εμμέσως συγκολληθούμενων γλωσσικών αγκυλίων της Ormco, χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους παρασκευής της βάσης από σύνθετη ρητίνη.

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:** Μελληοντική τυχαιοποιημένη μελέτη.

**ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ:** Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ορθοδοντικής της Οδοντιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου της Κωνσταντινούπολης το 2004.

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ:** Είκοσι κάτω προγόμφιοι οι οποίοι εξάχθηκαν για ορθοδοντικούς λόγους συλλήχθηκαν και χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες. Ομάδα 1: (n=10) βάση από σύνθετη ρητίνη πάχους 1 mm κατασκευάστηκε απευθείας στην ανέπαφη βάση του αγκυλίου. Ομάδα 2: (n=10) οι βάσεις των αγκυλίων αρχικά αμμοβολήθηκαν με έναν μικροαδρποποιητή χρησιμοποιώντας σωματίδια οξειδίου του αλουμινίου 50 μm και στη συνέχεια κατασκευάστηκε η πάχους 1 mm βάση από σύνθετη ρητίνη.

**ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ:** Για την εφαρμογή των δυνάμεων διάτμησης χρησιμοποιήθηκε η δοκιμαστική συσκευή universal Lloyd.

**ΚΥΡΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ:** Πραγματοποιήθηκε στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας την ανάλυση μεταβλητότητας και τη δοκιμασία  $\chi^2$ .

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Η μέση τιμή της δοκιμασίας αντοχής του δεσμού στη διάτμηση ήταν  $9,46 \pm 0,78$  MPa και  $12,11 \pm 0,82$  MPa για τις ομάδες 1 και 2 αντίστοιχα.

### STRUCTURED ABSTRACT

**AIM:** To investigate the shear bond strength of indirectly bonded Ormco lingual brackets, using different composite bracket base preparation.

**DESIGN:** Prospective random study

**SETTING:** This study was conducted at Department of Orthodontics of the School of Dentistry of the University of Istanbul in 2004

**MATERIAL AND METHODS:** Twenty mandibular premolars extracted for orthodontic purposes were selected and divided into two equal groups. Group 1: (n=10) 1 mm composite base was constructed directly on the intact bracket base. Group 2: (n=10) the bracket bases were first sandblasted with a microetcher using 50 μm aluminium oxide particles and then the 1 mm composite base was constructed.

**INTERVENTION:** The universal Lloyd testing instrument used for the application of shear forces.

**MAIN OUTCOME MEASURES:** Results were compared statistically using analysis of variance and chi-square tests.

**RESULTS:** The mean of shear bond strength test was  $9.46 \pm 0.78$  MPa and  $12.11 \pm 0.82$  MPa for group 1 and group 2 respectively. The difference was found to be statistically significant ( $P < 0.001$ ). The analysis of variance demonstrated that there were also statistically significant differences in adhesive remnant index (ARI) scores between the groups ( $P < 0.001$ ).

**CONCLUSIONS:** Sandblasting of the bracket bases increased the shear bond strength and the redundant

Η διαφορά βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική ( $P < 0.001$ ). Η ανάλυση μεταβλητότητας έδειξε ότι υπήρξαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τις τιμές του δείκτη υπολείμματος συγκολλητικού (ARI) μεταξύ των ομάδων ( $P < 0.001$ ).

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:** Η αμμοβολή των βάσεων των αγκυλίων αύξησε την αντοχή του δεσμού στη διάτμηση και τη συγκράτηση μεταξύ του αγκυλίου και της βάσης από σύνθετη ρητίνη.

**Λέξεις κλειδιά:** Γλωσσικά αγκύλια, αντοχή του δεσμού στη διάτμηση, έμμεση συγκόλληση  
Ελλ Ορθοδ Επιθ 2005;8:81-91.  
Παρελήφθη: 02.05.2005 – Έγινε δεκτή: 24.07.2005

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ορθοδοντικά αγκύλια συγκολλήθηκαν για πρώτη φορά άμεσα στα δόντια εδώ και περισσότερο από 30 χρόνια (Newman, 1965) και από τότε αποτέλεσαν βασικό κομμάτι των πάγιων χειρικών ορθοδοντικών συσκευών. Εν τούτοις, η ακριβής τοποθέτηση των γλωσσικών αγκυλίων είναι πολύ δύσκολη και σχεδόν αδύνατη με άμεση συγκόλληση εξαιτίας των εκτεταμένων μορφολογικών αποκλίσεων της γλωσσικής επιφάνειας των δοντιών. Έτσι, η τεχνική της έμμεσης συγκόλλησης αποτέλεσε ένα ουσιαστικό τμήμα της γλωσσικής θεραπείας με πολυπληθή αγκύλια (Kim και συν., 2002).

Η αποτυχία δεσμού των αγκυλίων αποτελεί ένα από τα πιο ενοχλητικά συμβάντα στην ορθοδοντική πράξη. Οι συνέπειες συμπεριλαμβάνουν αύξηση του χρόνου θεραπείας, περαιτέρω δαπάνες σε υλικό, προσωπικό και επιπρόσθετες επισκέψεις από τον ασθενή. Εκτός από το συγκολλητικό υλικό και την προπαρασκευή της οδοντικής επιφάνειας, ο μηχανισμός συγκράτησης στη βάση του αγκυλίου είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή του δεσμού μεταξύ του αγκυλίου και της αδαμαντινικής επιφάνειας (Urabe και συν., 1999) και ως εκ τούτου έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι για την αύξησή του (Newman και συν., 1995; Vicente και συν., 2004).

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της αντοχής δεσμού στη διάτμηση των εμμέσως συγκολληόμενων γλωσσικών αγκυλίων της Ormco, χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους παρασκευής της βάσης από σύνθετη ρητίνη.

between the bracket and the composite base.

**Key words:** Lingual brackets, shear bond strength, indirect bonding

Hell Orthod Rev 2005;8:81-91.

Received: 02.05.2005 – Accepted: 24.07.2005

## INTRODUCTION

Orthodontic brackets were first bonded directly to teeth more than 30 years ago (Newman, 1965) and since then became part of the standard of care of fixed labial orthodontic appliances. However, precisely positioning of lingual brackets is very difficult and almost impossible by direct bonding due to the large morphologic variations of lingual tooth surface; so indirect bonding technique became an essential part of lingual multi-bracket treatment (Kim et al., 2002).

Bracket bond failure is one of the most frustrating occurrences in orthodontic practice. The consequences include an increase in treatment time, additional costs in material, personnel, and additional patient visits. Along with the adhesive material and the preparation of the tooth surface, the retention mechanism at the base of the bracket is one of the most important factors affecting bond strength between bracket and enamel surface (Urabe et al., 1999) and therefore different methods have been suggested to increase it (Newmann et al., 1995; Vicente et al., 2004).

The purpose of this study was to investigate the shear bond strength of indirectly bonded Ormco lingual brackets, using different composite bracket base preparation.

## MATERIAL AND METHODS

### Substrate

Two groups of 10 mandibular human premolars collected over a 3-months period were used in this study. The teeth were from 12 to 18-years-old patients undergoing orthodontic treatment.

The inclusion criteria were: intact buccal/lingual enamel, no previous chemical treatment, no caries, no extraction damage and no developmental malformation of enamel

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

### Υπόστρωμα

Στην μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δύο ομάδες από ανθρώπινους προγόμφιους της κάτω γνάθου οι οποίοι συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 3 μηνών. Τα δόντια προέρχονταν από ασθενείς ηλικίας 12 έως 18 ετών οι οποίοι υπέστησαν ορθοδοντική θεραπεία.

Τα κριτήρια επιλογής περιελάμβαναν: ακέραιη παρειική/γλωσσική αδαμαντίνη, καμία προηγούμενη χημική κατεργασία, απουσία τερηδόνας, απουσία καταστροφής κατά τη διάρκεια της εξαγωγής και απουσία ανωμαλιών διάπλασης της αδαμαντίνης.

### Προπαρασκευή δείγματος

Όλα τα δόντια καθαρίστηκαν με τη χρήση ενός ξέστρου και οι ρίζες εμβυθίστηκαν σε γύψινες βάσεις. Ελήφθη αποτύπωμα από κάθε δόντι, πραγματοποιήθηκε έγχυση οδοντιατρικής γύψου και με τον τρόπο αυτό παρασκευάστηκαν τα εκμαγεία των δοντιών (Εικ. 1). Σε αυτό το σημείο τα δόντια αποθηκεύτηκαν σε διάλυμα φυσιολογικού ορού (0,9% NaCl) μέχρι την πραγματοποίηση της διαδικασίας συγκόλλησης (Tan και συν., 1997). Το διάλυμα αλλιάζονταν συχνά προκειμένου να αποφευχθεί η ανάπτυξη βακτηρίων.

Τα εκμαγεία μελέτης χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες:



**Εικόνα 1.** Μοντέλα οδοντικών εκμαγείων μελέτης για τον έλεγχο της αντοχής του δεσμού στη διάτμηση.

**Figure 1.** Dental cast study models to test shear bond strength.

structure.

### Sample preparation

All teeth were cleaned using a scalpel and the roots were embedded in cast bases. The impression of each tooth was taken and poured in dental plaster so that the casts of the teeth were produced (Fig. 1). At this point the teeth were stored in normal saline solution (0.9% NaCl) until the bonding procedure (Tan et al., 1997). The solution was changed frequently to avoid bacterial growth.

The study models were divided into two equal groups:

**Group 1:** (n=10) 1 mm composite base was constructed directly on the intact bracket base.

**Group 2:** (n=10) the bracket bases were first sandblasted with a microetcher using 50 µm aluminium oxide particles and then the 1 mm composite base was constructed.

### Composite bracket base construction procedure

A device designed for indirect bonding in lingual orthodontics (Torque Angulation Reference Guide + Thickness & Rotation [TARG+TR] system, Ortonorm Ltd., Istanbul, Turkey) was used to control the 1 mm adhesive thickness on the bracket base (Fig. 2) (Caniklioğlu and Öztürk, 2003). The study models were inserted on the surveyor part of TARG+TR machine, and each lingual premolar bracket was moved forward until it contacted the lingual surface of the tooth. The best fit of the bracket base and the enamel surface was found and the distance between the two tips of the machine (distance between the labial surface of the tooth and the bracket slot) was recorded. This recording was accepted as zero. After withdrawal of the bracket from the enamel surface, a light cure primer (Reliance Orthodontic Product Inc., Itasca, Illinois, USA) was first coated to the bracket base and light cured, then the adhesive - Reliance Quick Cure (Reliance Orthodontic Product Inc., Itasca, Illinois, USA) - was applied. Subsequently, the bracket holding tip was slowly moved forward again until the desired adhesive thickness (1 mm) was read from the digital screen of the machine. The excessive adhesive was carefully removed with a scaler. The study model-bracket combination was then exposed to a

**Ομάδα 1:** (n=10) βάση από σύνθετη ρητίνη πάχους 1 mm κατασκευάστηκε απευθείας στην ανέπαφη βάση του αγκυλίου.

**Ομάδα 2:** (n=10) οι βάσεις των αγκυλίων αρχικά αμβολήθηκαν με έναν μικροαδροποιητή χρησιμοποιώντας σωματίδια οξειδίου του αλουμινίου 50 μm και στη συνέχεια κατασκευάστηκε η πάχους 1 mm βάση από σύνθετη ρητίνη.

### Διαδικασία κατασκευής της βάσης από σύνθετη ρητίνη

Χρησιμοποιήθηκε μία συσκευή σχεδιασμένη για έμμεση συγκόλληση με την τεχνική της γλωσσικής ορθοδοντικής (Torque Angulation Reference Guide + Thickness & Rotation [TARG+TR] system, Ortonorm Ltd., Istanbul, Turkey) με σκοπό να ελεγχθεί το πάχος του συγκολλητικού υλικού στο 1 mm στην βάση του αγκυλίου (Εικ. 2) (Caniklioğlu και Öztürk, 2003). Τα εκμαγεία μελέτης εισήχθησαν στο τμήμα ελέγχου της συσκευής TARG+TR και κάθε γλωσσικό αγκύλιο των προγομφίων μετακινήθηκε προς τα εμπρός μέχρι να έρθει σε επαφή με την γλωσσική επιφάνεια του δοντιού. Βρέθηκε η καλύτερη δυνατή συναρμογή μεταξύ της βάσης του αγκυλίου και της αδαμαντινικής επιφάνειας και έγινε καταγραφή της απόστασης μεταξύ των δύο κεφαλών της συσκευής (απόσταση μεταξύ της χειλικής επιφάνειας του δοντιού και της υποδοχής του αγκυλίου). Η καταγραφή αυτή έγινε αποδεκτή ως μηδενική.

Μετά την απομάκρυνση του αγκυλίου από την αδαμαντινική επιφάνεια, η βάση του αγκυλίου καλύφθηκε από ένα φωτοπολυμεριζόμενο primer (Reliance Orthodontic Product Inc., Itasca, Illinois, Η.Π.Α.) το οποίο φωτοπολυμερίστηκε και ακολούθησε η τοποθέτηση του συγκολλητικού παράγοντα Reliance Quick Cure (Reliance Orthodontic Product Inc., Itasca, Illinois, Η.Π.Α.). Στη συνέχεια, η κεφαλή που συγκρατούσε το αγκύλιο μετακινήθηκε και πάλη αργά προς τα εμπρός μέχρι να εμφανιστεί στην ψηφιακή οθόνη της συσκευής η επιθυμητή ένδειξη του πάχους του συγκολλητικού υλικού (1 mm). Η περίσσεια του συγκολλητικού υλικού απομακρύνθηκε προσεκτικά με ένα ξέστρο. Ακολούθως, το σύστημα εκμαγείο μελέτης - αγκύλιο φωτοπολυμερίστηκε υπό ορατό φως (Ortholux XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) για 10 δευτερόλεπτα από αυθεντική, μαστική, εγγύς και άπω κατεύθυνση.

Αφού κατασκευάστηκαν όλες οι βάσεις από σύνθετη ρητίνη στα οδοντικά εκμαγεία μελέτης, δημιουργήθηκε ένα δισκίο μεταφοράς από αυτοπολυμεριζόμενο, ελαστικό,

visible light (Ortholux XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) for 10 seconds each from the cervical, occlusal, mesial and distal direction.

After all composite bracket bases were constructed on dental study models, a transfer tray was formed from a self curing, elastic and clear material (Kulzer Memosil, Trademark of Kulzer & Co., Hanau, Germany) (Fig. 3). The transfer tray was removed from study model with the bracket in it. The composite layer facing to the study model was cleaned from dental stone particles using a sharp scalpel and sandblasted for 2 seconds.

### Bonding procedure

Before bonding, the lingual surface of each premolar tooth was cleaned with fluoride-free pumice by using a rubber cup in a slow-speed dental handpiece. The enamel surface was rinsed with water to remove the pumice and the surface dried with an oil-free air stream. The enamel surface was acid-etched for 30 seconds, rinsed and dried. Bonding liquid was applied to enamel and composite base surfaces, light cured, and a flowable composite (Flow Line, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) was applied on both surfaces. The transfer tray was inserted on the tooth, pressed firmly, and light cured from both left and right sides for 30 seconds. After curing, the transfer tray was removed carefully and the remaining composite on the tooth surface was cleaned away.

### Bond strength testing

All the bonded teeth were removed from the dental cast bases and inserted into acrylic bases, shaped to fit the testing machine. A specially designed jig was used, in order to be sure that the bracket bases were parallel to the force axis. The tests were done on a Lloyd T30 K testing machine (Lloyd Instruments Plc, Fareham, Hampshire, England) with a crosshead speed of 5 mm/min (Fig. 4). The maximum load required to debond each bracket was recorded in Newton and subsequently converted to Megapascals as a ratio of Newtons to surface area of the bracket base.

### Variable evaluated

The bond strength for shear testing was evaluated. After bond failure, the enamel surfaces and bracket bases



**Εικόνα 2.** Η συσκευή TARG+TR (Torque Angulation Reference Guide + Thickness & Rotation) system.

**Figure 2.** TARG+TR (Torque Angulation Reference Guide + Thickness & Rotation) system.

διάφανο υλικό (Kulzer Memosil, Trademark of Kulzer & Co., Hanau, Γερμανία) (Εικ. 3). Το δισκίο μεταφοράς απομακρύνθηκε από το εκμαγείο μελέτης περιέχοντας μέσα του το αγκύλιο. Το στρώμα της σύνθετης ρητίνης προς την πλευρά του εκμαγείου μελέτης καθαρίστηκε από τα σωματίδια της οδοντιατρικής γύψου με τη χρήση ενός αιχμηρού ξέστρου και αμμοβολήθηκε για 2 δευτερόλεπτα.

### Διαδικασία συγκόλλησης

Πριν τη συγκόλληση, η γλωσσική επιφάνεια κάθε προγομφίου καθαρίστηκε με ελαφρόπετρα ελεύθερης φθορίου χρησιμοποιώντας ελαστικά κύπελλα προσαρμοσμένα σε οδοντιατρική χειρολαβή χαμηλών ταχυτήτων. Η αδαμαντινική επιφάνεια εκπλύθηκε με νερό για την απομάκρυνση της ελαφρόπετρας και στεγνώθηκε με ρεύμα αέρα απουσία λαδιού. Πραγματοποιήθηκε αδροποίηση της αδαμαντινικής επιφάνειας για 30 δευτερόλεπτα, έκπλυση και στέγνωμα. Ο συγκολλητικός παράγοντας απλώθηκε στις επιφάνειες της αδαμαντίνης και της βάσης από σύνθετη ρητίνη, φωτοπολυμερίστηκε και στη συνέχεια τοποθετήθηκε και στις δύο επιφάνειες μία ρευστή ρητίνη (Flow Line, 3M Unitek, Monrovia, CA, Η.Π.Α.). Το δισκίο μεταφοράς τοποθετήθηκε στο δόντι, πιέστηκε ελαφρά και φωτοπολυμερίστηκε για 30 δευτερόλεπτα και από την αριστερή και από τη δεξιά πλευρά. Μετά τη συγκόλληση, το δισκίο μεταφοράς απομακρύνθηκε προσεκτικά και καθαρίστηκε η εναπομένουσα ρητίνη στην οδοντική επιφάνεια.



**Εικόνα 3.** Μονά δισκία μεταφοράς για έμμεση συγκόλληση.

**Figure 3.** Single transfer trays for indirect bonding.

were examined with a stereomicroscope under 10x magnification to evaluate the mode of failure. The adhesive remnant index (ARI) was used to assess the amount of remaining adhesive on the enamel surface. The scale ranged from 0 to 3:

**Score 0:** no adhesive was left on the tooth;

**Score 1:** less than half of the adhesive was left on the tooth;

**Score 2:** more than half of the adhesive was left on the tooth; and

**Score 3:** all adhesive was left on the tooth, with a distinct impression of the bracket base.

Descriptive statistics, including means, standard deviations, minimum and maximum values, were calculated for each groups tested. Shear bond strengths of the two groups were subjected to one way ANOVA test. Non parametric chi-square test was used to determine the significance of ARI index between the groups.

### RESULTS

The results of shear bond strength test are shown in Table 1. The mean of shear bond strength test was  $9.46 \pm 0.78$  MPa and  $12.11 \pm 0.82$  MPa for group 1 and group 2 respectively. The difference was found to be statistically significant ( $P < 0.001$ ).

Examination of the frequency of the adhesive remnant

### Δοκιμασία αντοχής του δεσμού

Τα δόντια στα οποία πραγματοποιήθηκε η συγκόλληση απομακρύνθηκαν από τις γύψινες βάσεις και τοποθετήθηκαν σε ακρυλικές βάσεις, προσαρμοσμένες να ταιριάζουν στη δοκιμαστική συσκευή. Χρησιμοποιήθηκε ειδικό στέλεχος ανάρτησης προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι οι βάσεις των αγκυλίων ήταν παράλληλες ως προς τον άξονα δράσης της δύναμης. Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν σε μία δοκιμαστική συσκευή Lloyd T30 K (Lloyd Instruments Plc, Fareham, Hampshire, M. Βρετανία) με ταχύτητα κεφαλής 5 mm/min (Εικ. 4). Το μέγιστο απαιτούμενο φορτίο για την αποκόλληση κάθε αγκυλίου καταγράφηκε σε Newton και στη συνέχεια μετατράπηκε σε Megapascals ως αναλογία Newtons προς μονάδα επιφάνειας της βάσης του αγκυλίου.

### Αξιολογούμενη μεταβλητή

Αξιολογήθηκε η δοκιμασία αντοχής του δεσμού στη διάτμηση. Μετά την αποτυχία, οι αδαμαντινικές επιφάνειες και οι βάσεις των αγκυλίων εξετάστηκαν με ένα στερεομικροσκόπιο με μεγέθυνση 10x προκειμένου να αξιολογηθεί ο τρόπος της αποτυχίας. Χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης υπολείμματος συγκολλητικού (ARI) για να αξιολογηθεί η ποσότητα του συγκολλητικού υλικού που παρέμεινε στην αδαμαντινική επιφάνεια. Η κλίμακα κυμάνθηκε από 0 μέχρι 3:

**Τιμή 0:** όταν υπήρχε απουσία συγκολλητικού υλικού στο δόντι,

**Τιμή 1:** όταν λιγότερο από το ήμισυ του υλικού είχε παραμείνει στο δόντι,

**Τιμή 2:** όταν περισσότερο από το ήμισυ του υλικού είχε παραμείνει στο δόντι,

**Τιμή 3:** όταν όλο το υλικό είχε παραμείνει στο δόντι, με ευδιάκριτη αποτύπωση στην βάση του αγκυλίου.

Έγινε περιγραφική στατιστική για κάθε ομάδα που περιλάμβανε μέσες τιμές, σταθερές αποκλίσεις, ελάχιστες και μέγιστες τιμές. Η δοκιμασία αντοχής του δεσμού στη διάτμηση για τις δύο ομάδες εξετάστηκε με τη μέθοδο ANOVA μιας μεταβλητής. Για τον καθορισμό της σημαντικότητας του δείκτη ARI μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε η μη-παραμετρική δοκιμασία  $\chi^2$ .

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της δοκιμασίας



**Εικόνα 4.** Η δοκιμαστική συσκευή Lloyd T30 K που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της αντοχής του δεσμού.

**Figure 4.** The Lloyd T30 K testing machine used for bond strength testing.

index and its percentage are shown in Table 2.

The analysis of variance demonstrated that there were significant differences in ARI scores between the groups investigated ( $P < 0.001$ ) (Table 3).

### DISCUSSION

This study investigated the bond strength of indirectly bonded Ormco lingual brackets, using different composite bracket base preparation on the basis of the Thomas Technique, which means using a composite custom base (Sinha et al., 1995a, 1995b, 1997; Miles, 2000).

Efforts are being made to reduce archwire bending in lingual orthodontic treatment in order to get a better efficiency. This can be accomplished by increasing the bracket base thickness. However, it is very hard to get a precise bracket position with the direct bonding technique, and even harder to adjust the thickness of the

**Πίνακας 1.** Σύγκριση της αντοχής του δεσμού στη διάτμηση μεταξύ των ομάδων.  
**Table 1.** Shear bond strength comparison between groups.

Αντοχή δεσμού στη διάτμηση Shear Bond Strength (Mpa)	Μέση τιμή Mean	Σταθερή απόκλιση SD	Ελάχιστη τιμή Minimum	Μέγιστη τιμή Maximum	Σημαντικότητα Significance
Ομάδα 1 (ελέγχου) Group 1 (control)	9.46	0.78	8.52	10.98	***
Ομάδα 2 (αμμοβολή) Group 2 (sandblasting)	12.11	0.82	10.98	13.44	***

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στο \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , \*\*\* $P<0.001$ .  
Significant differences between groups at \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , \*\*\* $P<0.001$ .

αντοχής του δεσμού στη διάτμηση. Η μέση τιμή της δοκιμασίας αντοχής του δεσμού στη διάτμηση ήταν  $9,46 \pm 0,78$  MPa και  $12,11 \pm 0,82$  MPa για τις ομάδες 1 και 2 αντίστοιχα. Η διαφορά βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική ( $P<0.001$ ).

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει την εξέταση της συχνότητας εμφάνισης του δείκτη υπολείμματος συγκολλητικού και τα ποσοστά της.

Η ανάλυση μεταβλητότητας έδειξε ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του ARI μεταξύ των δύο ομάδων που μελετήθηκαν ( $P<0.001$ ) (Πίνακας 3).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα εργασία διερεύνησε την αντοχή του δεσμού των εμμέσως συγκολληόμενων γλωσσικών αγκυλίων της Ormco, χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους παρα-

bracket base on the lingual surfaces of the teeth, so the indirect bonding technique is recommended for the lingual appliances.

There is a controversy in orthodontic literature regarding bond strength in direct bonding versus indirect bonding technique. Zachrisson and Brobakken (1978) compared direct and indirect bonding and concluded that direct bonding had lower failure rate. In contrary to this finding, Shiau et al. (1993) and Hocever and Vincent (1988) showed that bond strength measurements of indirect bonding were found to compare favorably with those of direct bonding. The results of this investigation showed that shear bond strength of indirectly bonded Ormco lingual brackets were  $9.46 \pm 0.78$  MPa for group 1 and  $12.11 \pm 0.82$  MPa for group 2 consecutively. These values were both higher than 5.9-7.8 MPa which Reynolds (1975) suggested was clinically required.

**Πίνακας 2.** Τιμές του δείκτη υπολείμματος συγκολλητικού (ARI) για την ποσότητα του συγκολλητικού υλικού που παρέμεινε στην αδαμαντινική επιφάνεια. [Τιμές δείκτη ARI. 0: απουσία συγκολλητικού υλικού από το δόντι; 1: λιγότερο από το ήμισυ του υλικού έχει παραμείνει στο δόντι; 2: περισσότερο από το ήμισυ του υλικού έχει παραμείνει στο δόντι; 3: όλο το υλικό έχει παραμείνει στο δόντι, με ευδιάκριτη αποτύπωση στην βάση του αγκυλίου.]

**Table 2.** Adhesive remnant index (ARI) scores of the residual adhesive on enamel surface. [ARI Scores. 0: no adhesive was left on the tooth; 1: less than half of the adhesive was left on the tooth; 2: more than half of the adhesive was left on the tooth; 3: all adhesive was left on the tooth, with a distinct impression of the bracket mesh.]

Δείκτης ARI ARI score	0	1	2	3
Ομάδα 1 (ελέγχου) Group 1 (control)	0 (0%)	1 (10%)	4 (40%)	5 (50%)
Ομάδα 2 (αμμοβολή) Group 2 (sandblasting)	0 (0%)	4 (40%)	4 (40%)	2 (20%)

**Πίνακας 1.** Σύγκριση της αντοχής του δεσμού στη διάτμηση μεταξύ των ομάδων.  
**Table 1.** Shear bond strength comparison between groups.

Δείκτης ARI ARI index	Μέση τιμή Mean	Σταθερή SD	Σημαντικότητα Significance
<b>Ομάδα 1</b> (ελέγχου) <b>Group 1</b> (control)	2.30	0.67	***
<b>Ομάδα 2</b> (αμμοβολή) <b>Group 2</b> (sandblasting)	1.80	0.79	***

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στο \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .  
 Significant differences between groups at \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

σκευής της βάσης από σύνθετη ρητίνη βασιζόμενη στην τεχνική Thomas, χρησιμοποιώντας δηλαδή μία εξατομικευμένη βάση από σύνθετη ρητίνη (Sinha και συν., 1995a, 1995b, 1997; Miles, 2000).

Προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη αποτελεσματικότητα, γίνονται προσπάθειες να ελαττωθεί η ανάγκη κάμψης των συρμάτων κατά τη θεραπεία με την τεχνική της γλωσσικής ορθοδοντικής. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αυξάνοντας το πάχος της βάσης του αγκυλίου. Ωστόσο είναι πολύ δύσκολη η ακριβής τοποθέτηση του αγκυλίου με την τεχνική της άμεσης συγκόλλησης και ακόμη πιο δύσκολη η ρύθμιση του πάχους της βάσης του αγκυλίου στις γλωσσικές επιφάνειες των δοντιών. Για το λόγο αυτό συνιστάται η τεχνική της έμμεσης συγκόλλησης για τις γλωσσικές συσκευές.

Στην ορθοδοντική βιβλιογραφία υπάρχει έντονη συζήτηση ως προς τη διαφορά στην αντοχή του δεσμού μεταξύ της τεχνικής της άμεσης και της έμμεσης συγκόλλησης. Οι Zachrisson και Brobakken (1978) συνέκριναν την άμεση με την έμμεση συγκόλληση και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τεχνική της άμεσης συγκόλλησης παρουσίαζε μικρότερο ρυθμό αποτυχίας. Αντίθετα, οι Shiau και συν. (1993) και οι Hocever και Vincent (1988) έδειξαν ότι οι μετρήσεις της αντοχής του δεσμού με την τεχνική της έμμεσης συγκόλλησης ήταν πιο ευνοϊκές από εκείνες με την τεχνική της άμεσης συγκόλλησης. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η αντοχή του δεσμού στη διάτμηση των εμμέσως συγκολληθόμενων γλωσσικών αγκυλίων της Ormco ήταν  $9,46 \pm 0,78$  MPa για την ομάδα 1 και  $12,11 \pm 0,82$  MPa για την ομάδα 2. Και οι δύο αυτές τιμές ήταν μεγαλύτερες από την τιμή των 5,9-7,8 MPa την οποία πρότεινε σαν απαιτούμενη στην κλινική πράξη ο Reynolds (1975).

Mandibular premolars were chosen as the experiment material because teeth with relatively regular lingual crowns provide regularity in resin base thickness and are easy to obtain, due to their extraction for orthodontic purposes. Also clinically, we can omit the first-order bend between premolars and molars when we increase the thickness of the bracket base of the premolars (Kim et al. 2002).

A number of studies have been performed to investigate the effect of resin thickness on the bond strength. Andrews (1990), Evans and Powers (1985) and Zachrisson and Brobakken (1978) demonstrated that the resin base should be both even and minimally thick to obtain maximum bond strength, since bonding strength increased as the gap between the bracket base and the tooth surface decreased. On the other hand, Jost-Brinkmann et al. (1992) measured the shear bonding strength, as the resin base thickness increased up to 0.8 mm and concluded that the bonding strength was not affected by the resin base thickness but the resin type. However, his experiment has been carried out on the labial tooth surface and up to a 0.8 mm increase. In this study composite base of 1 mm thickness has been constructed and shear bond strength of Ormco lingual brackets for both groups were found to be satisfactory (Table 1). However, this result should be considered with caution since in lingual orthodontic treatment we sometimes have to increase the resin base thickness by more than 1 mm. Even though this value seems very high when compared with labial direct bonding adhesive thickness (ranging between 150-300 nm), which is very common for lingual orthodontics, because using this technique a custom base from composite has to be

Επιλέχθηκαν οι προγόμφοι της κάτω γνάθου ως το πειραματικό υλικό επειδή δόντια με σχετικά ομαλό σχήμα της γλωσσικής επιφάνειας της μύλης εξασφαλίζουν συμμετρικότητα ως προς το πάχος της ρητινώδους βάσης και επίσης είναι εύκολο να αποκομισθούν λόγω εξαγωγής τους για ορθοδοντικούς λόγους. Επιπρόσθετα, σε κλινικό επίπεδο μπορούμε να παραλείψουμε τις κάμπεις πρώτης τάξης μεταξύ προγομφίων και γομφίων όταν αυξάνουμε το πάχος της βάσης του αγκυλίου των προγομφίων (Kim και συν., 2002).

Έχει πραγματοποιηθεί ένας αριθμός μελετών προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση του πάχους της ρητίνης στην αντοχή του δεσμού. Ο Andrews (1990), οι Evans και Powers (1985) και οι Zachrisson και Brobakken (1978) έδειξαν ότι η ρητινώδης βάση θα πρέπει να είναι ομοιόμορφη και να έχει ελάχιστο πάχος προκειμένου να εξασφαλίσουμε την μέγιστη αντοχή δεσμού, μιας και η αντοχή του δεσμού αυξάνει με την ελάττωση του κενού μεταξύ της βάσης του αγκυλίου και της οδοντικής επιφάνειας. Αφετέρου, οι Jost-Brinkmann και συν. (1992) μέτρησαν την αντοχή του δεσμού στη διάτμηση αυξάνοντας το πάχος της ρητινώδους βάσης μέχρι 0,8 mm και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αντοχή του δεσμού δεν επηρεάστηκε από το πάχος της ρητινώδους βάσης, αλλά από τον τύπο της ρητίνης. Ωστόσο, πραγματοποίησαν το πείραμά τους στην χειλική επιφάνεια του δοντιού και με μία αύξηση του πάχους μέχρι 0,8 mm. Στην παρούσα μελέτη, το πάχος της βάσης από σύνθετη ρητίνη που κατασκευάστηκε ήταν 1 mm και η αντοχή του δεσμού στη διάτμηση των εμμέσως συγκολλημένων γλωσσικών αγκυλίων της Ormco βρέθηκε να είναι ικανοποιητική και για τις δύο ομάδες (Πίνακας 1). Ωστόσο, το αποτέλεσμα αυτό θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά μιας και στην ορθοδοντική θεραπεία με τη γλωσσική τεχνική πρέπει μερικές φορές να αυξήσουμε το πάχος της ρητινώδους βάσης περισσότερο από 1 mm. Ακόμη και εάν αυτή η τιμή φαίνεται πολύ αυξημένη όταν συγκρίνεται με το πάχος του συγκολλητικού υλικού στην άμεση χειλική τεχνική (το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 150 και 300 nm), είναι πολύ συνηθισμένη στην γλωσσική ορθοδοντική επειδή με την τεχνική αυτή θα πρέπει να σχηματιστεί για κάθε δόντι μία εξατομικευμένη βάση από σύνθετη ρητίνη η οποία θα συγκολληθεί με εργαστηριακή διαδικασία λόγω της μεγάλης ποικιλίας στη μορφολογία της γλωσσικής επιφάνειας των δοντιών. Παρόλα αυτά, πάχος συγκολλητικού υλικού 1 mm ή μεγαλύτερο αποτελεί σοβαρό πρόβλημα αφού μπορεί να

formed for each tooth to be bonded during laboratory procedure due to the large variation in lingual morphology. However, 1 mm or higher thickness adhesive is a big problem because it may cause excessive heat-associated expansion of the matrix accelerating aging phenomena. Bond strength tests can not reveal this issue because they deal with an almost momentary treatment of the adhesive and the long term effects remain unknown. Given that almost all bond strength tests in the literature exceed the "threshold" there would be no failure, a fact which contradicts clinical reality.

In this study, Ormco lingual premolar brackets, whether sandblasted or not, provided satisfactory results shear bond strength (Table 1). However this result should be evaluated carefully in clinic for several reasons:

- (a) a continually increasing shear load applied to bonded brackets in the laboratory is not representative for the force applications that occur clinically,
- (b) the type of debonding force in machines is not the same as the force applied during clinical debonding,
- (c) the complex oral environment with variation in temperature, stresses, humidity, acidity and plaque is not reproducible in the laboratory (Zachrisson, 2000), and
- (d) the experimental design of the present study using one tray for each tooth allows for ideal application of the custom base to the tooth surface.

Generally when indirect bonding is used in orthodontic practice, trays are formed for bonding multiple teeth, e.g., one tray is used for each quadrant to be bonded. In a clinical setting, incorrect placement of a tray for multiple teeth may result in larger sealant film thickness and a decrease in bond strength (Arndt et al., 2003).

In lingual orthodontics, as in labial, the ideal adhesive should leave the least remnant on the tooth after debonding without producing enamel fractures (Vicente et al., 2004). Furthermore, in lingual technique individualized prescriptions (torque, angulation, rotation and in-out values) are built inside the composite in the base of the bracket during laboratory procedures. For that reason if any bond failure happens during the treatment, the clinician would like to have it between the adhesive and the enamel surface, and keep the custom made composite base intact in order to avoid a new laboratory procedure.

προκαλέσει εκτεταμένη θερμική διαστολή της μήτρας και να επιτείνει τα φαινόμενα γήρανσης του υλικού. Οι δοκιμασίες της αντοχής του δεσμού δεν μπορούν να αναδείξουν αυτό το πρόβλημα αφού πραγματοποιούνται έναν σχεδόν στιγμιαίο χειρισμό του συγκολλητικού υλικού, ενώ οι επιδράσεις σε βάθος χρόνου παραμένουν άγνωστες. Δεδομένου ότι στη βιβλιογραφία όλες οι δοκιμασίες της αντοχής δεσμού υπερβαίνουν το "όριο" δεν θα έπρεπε να υπάρχει αποτυχία, κάτι το οποίο έρχεται σε αντίθεση με την πραγματικότητα στην κλινική πράξη.

Στην παρούσα μελέτη, τα γλωσσικά αγκύλια των προγομφίων της Ormco παρέιχαν ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την αντοχή του δεσμού στη διάτμηση (Πίνακας 1), είτε αμμοβολήθηκαν είτε όχι. Ωστόσο αυτό το αποτέλεσμα θα πρέπει να εκτιμηθεί με προσοχή στην κλινική πράξη για διάφορους λόγους:

- (α) ένα συνεχώς αυξανόμενο διατμητικό φορτίο το οποίο εφαρμόζεται στο εργαστήριο δεν είναι αντιπροσωπευτικό μιας δύναμης η οποία εφαρμόζεται στην κλινική πράξη,
- (β) ο τύπος της δύναμης αποκόλλησης από τις συσκευές ελέγχου δεν είναι ίδιος με εκείνον της δύναμης που εφαρμόζεται κατά την αποκόλληση στην κλινική πράξη,
- (γ) το πολύπλοκο στοματικό περιβάλλον με ποικιλία σε θερμοκρασία, τάσεις, υγρασία και μικροβιακή πλάκα δεν είναι αντιπροσωπευτικό του εργαστηριακού περιβάλλοντος (Zachrisson, 2000), και
- (δ) ο πειραματικός σχεδιασμός της παρούσας μελέτης με την χρησιμοποίηση ενός δισκαρίου για κάθε δόντι επιτρέπει την ιδανική εφαρμογή της εξατομικευμένης βάσης στην οδοντική επιφάνεια.

Γενικά, όταν χρησιμοποιείται στην ορθοδοντική πράξη η έμμεση τεχνική συγκόλλησης, τα δισκάρια κατασκευάζονται για τη συγκόλληση πολλαπλών δοντιών, π.χ. χρησιμοποιείται ένα δισκάριο για τη συγκόλληση σε κάθε τεταρτημόριο. Στην κλινική πράξη, η λανθασμένη τοποθέτηση ενός δισκαρίου για πολλαπλά δόντια μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο πάχος του φιλμ του συγκολλητικού υλικού και σε ελαττωμένη αντοχή του δεσμού (Arndt και συν., 2003).

Όπως στην χειρική ορθοδοντική, έτσι και στην γλωσσική ορθοδοντική το ιδανικό συγκολλητικό υλικό θα πρέπει να αφήνει στην οδοντική επιφάνεια τα λιγότερα δυνατά υπολείμματα μετά την αποκόλλησή του χωρίς να δημιουργεί κατάγματα της αδαμαντίνης (Vicente και συν., 2004). Επιπρόσθετα, στην γλωσσική τεχνική οι εξατομικευμένες

The ARI developed by Artun and Bergland (1984) has been used by many investigators to help standardize bonding failure and it may oversimplify the very complex issues of bond failure analysis. In this study the ARI index in group 2 was  $2.30 \pm 0.67$  and  $1.80 \pm 0.79$  in group 1 (Table 3). This result suggests that sandblasting of the bracket base in group 2 produced statistical increase in the retention between the bracket base and the adhesive, yet this retention was not enough since there was still a certain amount of adhesive remaining on the enamel after debonding procedure ( $n=2$ , 20% of the teeth for group 2 and  $n=5$ , 50% for group 1). At this point further studies are needed in order to increase more the retention between the bracket base and the composite. Changing the adhesive materials to construct the custom base (Jost-Brinkmann et al., 1992) or using an adhesion promoter (Vicente et al., 2004; Newman et al., 1995; Jeffrey et al., 2001; Nakabayashi, 1992; Clark et al., 2003) could be an alternative for this purpose.

## CONCLUSION

The results of this study support the recommendation of sandblasting in order to increase the shear bond strength and the retention between the bracket and the composite base.

## References

- Andrews LF. JCO interviews on straight-wire appliance. *J Clin Orthod* 1990;24:493-508.
- Arndt K, Jianmin S, Barbel KN, Ulrich B. Bond strength with custom base indirect bonding technique. *Angle Orthod* 2003;73:176-80.
- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-40.
- Caniklioğlu C, Öztürk Y. Indirect bonding with TARG+TR in lingual orthodontics: Laboratory procedures. *Turkish J Orthod* 2003;16:71-81.
- Clark SA, Gordon PH, McCabe JF. An ex vivo investigation to compare orthodontic bonding using a 4-META-based adhesive or a composite adhesive to acid-etched and sandblasted enamel. *J Orthod* 2003;30:51-8.
- Evans LB, Powers JM. Factors affecting in vitro bond strength of no-mix orthodontic cements. *Am J Orthod* 1985;87:508-12.
- Hocewar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding technique with a visible light cure adhesive. *Am J Dentofacial Orthop* 1988;94:367-71.
- Jeffrey CC, Thomas LH, Deborah HA, Allan WE. META use in dentistry: A literature review. *J Prost Dent* 2002;87:216-24.
- Jost-Brinkmann PG, Schiffer A, Miethke RR. The effect of adhesive-layer thickness on bond strength. *J Clin Orthod* 1992;25:718-

οδηγίες (στρέψη, γωνίωση, περιστροφή και μέσα-έξω τμές) ενσωματώνονται στη σύνθετη ρητίνη της βάσης του αγκυλίου κατά τις εργαστηριακές διαδικασίες. Για το λόγο αυτό εάν συμβεί οποιαδήποτε αποτυχία του δεσμού κατά τη διάρκεια της θεραπείας, αυτή θα πρέπει να είναι μεταξύ του συγκολλητικού υλικού και της αδαμαντινικής επιφάνειας, ώστε η εξατομικευμένη βάση από το συγκολλητικό υλικό να παραμείνει άθικτη και να αποφευχθεί μια νέα εργαστηριακή διαδικασία.

Ο δείκτης ARI που αναπτύχθηκε από τους Artun και Bergland (1984) έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές προκειμένου να βοηθηθεί η τυποποίηση της αποτυχίας του δεσμού και ίσως υπεραπλουστεύει το πολύ περίπλοκο θέμα της ανάλυσης της αποτυχίας του δεσμού. Στην παρούσα μελέτη ο δείκτης ARI στην ομάδα 2 ήταν  $2,30 \pm 0,67$  και στην ομάδα 1 ήταν  $1,80 \pm 0,79$  (Πίνακας 3). Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι η αμμοβολή της βάσης του αγκυλίου στην ομάδα 2 προκάλεσε στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκράτησης μεταξύ της βάσης του αγκυλίου και του συγκολλητικού υλικού, ωστόσο η συγκράτηση αυτή δεν ήταν αρκετή αφού υπήρχε ακόμη αρκετή ποσότητα συγκολλητικού υλικού που παρέμενε στην αδαμαντίνη μετά τη διαδικασία της αποκόλλησης ( $n=2$ , 20% των δοντιών στην ομάδα 2 και  $n=5$ , 50% για την ομάδα 1). Στο σημείο αυτό απαιτούνται περαιτέρω μελέτες προκειμένου να αυξηθεί ακόμη περισσότερο η συγκράτηση μεταξύ της βάσης του αγκυλίου και της σύνθετης ρητίνης. Η αλληλαγγή του συγκολλητικού υλικού για την κατασκευή της εξατομικευμένης βάσης (Jost-Brinkmann και συν., 1992) ή η χρησιμοποίηση ενός προαγωγέα συγκόλλησης (Vicente και συν., 2004; Newman και συν., 1995; Jeffrey και συν., 2001; Nakabayashi 1992; Clark και συν., 2003) θα μπορούσε να είναι μια εναλλακτική λύση για το σκοπό αυτό.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν την σύσταση για πραγματοποίηση αμμοβολής προκειμένου να αυξηθούν η αντοχή του δεσμού στη διάτμηση και η συγκράτηση μεταξύ του αγκυλίου και της βάσης από σύνθετη ρητίνη.

*Η παρούσα εργασία παρουσιάστηκε στο 6ο Παγκόσμιο Συνέδριο Γλωσσικής Ορθοδοντικής στην Βαρκελώνη, Ισπανία το 2004.*

20.

- Kim BC, Kyung HM, Sung HJ. The effect of resin base thickness on shear bonding strength in lingual tooth surface. *J Ling Orthod* 2002;2:15-22.
- Miles PG. A comparison of retention rates of brackets with thermally-cured and light-cured custom bases in indirect bonding procedures. *Aust Orthod J* 2000;16:115-7.
- Nakabayashi Y. Adhesive bonding with 4-META. *Operative Dent* 1992; suppl. 5:125-30.
- Newman GV. Exposed adhesives for orthodontic attachments. *Am J Orthod* 1965;51:901-12.
- Newman GV, Newman RA, Sun BI, Jack JL, Ozsoylu SA. Adhesion promoters, their effect on the bond strength of metal brackets. *Am J Dentofacial Orthop* 1995;108:237-41.
- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
- Shiau JY, Rasmussen ST, Phelps AE, Enow DH, Wolf GR. Bond strength of aged composites found in brackets placed by an indirect technique. *Angle Orthod* 1993;63:213-20.
- Sinha PK, Nanda RS, Ghosh J. A thermal-cured, fluoride-releasing indirect bonding system. *J Clin Orthod* 1995a;29:97-100.
- Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques. *Am J Dentofacial Orthop* 1995b;108:302-7.
- Sinha PK, Nanda RS. The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Dentofacial Orthop* 1997;112:132-7.
- Urabe H, Rossouw PE, Titley KC, Ymin C. Combinations of etchants composite resins and bracket system: an important choice in orthodontic bonding procedures. *Angle Orthod* 1999; 69:267-74.
- Tan LS, Lew KK, Toh L. Effect of dietary oil contamination and absence of prophylaxis on orthodontic bonding. *Eur J Orthod* 1997;19:109-14.
- Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. Bond strength of brackets with an adhesion promoter. *British Dent J* 2004;196:482-5.
- Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different types and adhesives. *Am J Orthod* 1978;13:93-105.
- Zachrisson BU. Orthodontic bonding to artificial tooth surfaces: Clinical versus laboratory findings. *Am J Dentofacial Orthop* 2000;117:592-4.

*This paper was presented at the 6th World Congress of Lingual Orthodontics at Barcelona, Spain 2004.*

## Διεύθυνση για ανάπτυξη:

### Reprint requests to:

M. Cem Caniklioğlu  
Department of Orthodontics  
School of Dentistry, Istanbul University  
34390 Çapa Istanbul  
Turkey

E-mail: mcanikli@hotmail.com