



# Η συσκευή Pendulum για την άπω μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων

Σ. ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΥ\*, Ι. Σ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ\*\*

\* Επίκουρη Καθηγήτρια, Εργαστήριο Ορθοδοντικής, Τμήμα Οδοντιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

\*\* Ορθοδοντικός, Υποψήφιος Διδάκτωρ, Εργαστήριο Ορθοδοντικής, Τμήμα Οδοντιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

## The use of the Pendulum appliance for distal movement of first maxillary molars

S. SIDIROPOULOU\*, I. S. PAPAGEORGIOU\*\*

\* Assistant Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.

\*\* Orthodontist, Doctorate Degree Candidate, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο άρθρο αυτό γίνεται αναλυτική παρουσίαση της συσκευής Pendulum για την άπω μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων και περιγράφεται η δράση της. Η συσκευή αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί τη συνεργασία του ασθενή και επιτυγχάνει σημαντική άπω μετακίνηση των πρώτων αλλά και των δεύτερων άνω μόνιμων γομφίων. Η επίδρασή της είναι κυρίως οδοντοφατνιακή αλλά έχουν παρατηρηθεί και έμμεσες επιδράσεις, σκελετικές, κυρίως στη κατακόρυφη διάσταση. Η συσκευή Pendulum αποτελεί ένα αξιόπιστο μέσο επιλογής για την άπω μετακίνηση των άνω μόνιμων γομφίων.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Συσκευή Pendulum, άπω μετακίνηση πρώτων άνω γομφίων, συγκλεισιακή ανωμαλία Τάξης II.

Ελλ. Ορθοδ. Επιθ. 2002; 5: 49-59

Παρελήφθη: 06.10.1999 – Έγινε δεκτή: 23.12.1999

### ABSTRACT

This paper describes in details the Pendulum appliance and its use for the distal movement of first maxillary molars. This appliance has the advantage that it does not require patient compliance and achieves significant distal movement of maxillary first as well as of second permanent molars. Its effect is mainly dentoalveolar, but indirect effects, mostly skeletal, have also been observed on the vertical dimension. The Pendulum appliance is a reliable alternative for the distal movement of first maxillary molars.

**KEY WORDS:** Pendulum appliance, distalization of maxillary first molars, Class II malocclusion.

Hel. Orthod. Rev. 2002; 5: 49-59

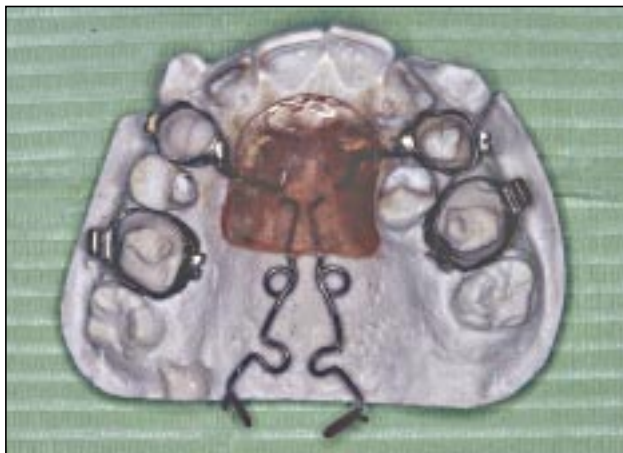
Received: 06.10.1999 - Accepted: 23.12.1999

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πιο συχνό ίσως πρόβλημα το οποίο καλείται να αντιμετωπίσει ο ορθοδοντικός στην καθημερινή κλινική πράξη είναι η άπω μετακίνηση των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων. Στην ορθοδοντική βιβλιογραφία αναφέρονται πολλοί τρόποι για την επίτευξη αυτού του αποτελέσματος όπως η χρήση εξωστοματικού τόξου ή κινητών συσκευών που απαιτούν όμως τη συνεργασία του ασθενή (Haack και Weinstein, 1958; Hersey και συν., 1981; Ritto, 1995; Cetlin και Ten Hove, 1983; Proffit, 1980). Το γεγονός αυτό οδήγησε στην επινόηση διάφορων ακίνητων ενδοστοματικών συσκευών οι

### INTRODUCTION

The most common problem that the orthodontist routinely faces in clinical practice is the distal movement of first maxillary permanent molars. In achieving this goal, a variety of means are reported in the orthodontic literature, such as the use of extraoral forces or removable appliances that, nevertheless, require patient compliance (Haack and Weinstein, 1958; Hersey et al., 1981; Ritto, 1995; Cetlin and Ten Hove, 1983; Proffit 1980). This fact resulted in the introduction of different fixed intraoral appliances for the same purpose which, however,



Εικόνα 1. Η συσκευή Pendulum έξω από την στοματική κοιλότητα με ενεργοποιημένα ελατήρια για άνω μετακίνηση των άνω μόνιμων γομφίων.

Figure 1. The Pendulum appliance with the springs activated for distal maxillary molar movement.



Εικόνα 2. Η συσκευή Pendulum τοποθετημένη στο στόμα. Τοποθέτηση των ελατηρίων στους σωληνίσκους των γομφίων.

Figure 2. Intraoral view of the Pendulum. Spring engagement in the molar sheaths.

οποίες όμως είχαν από εμβιομηχανική άποψη ορισμένες παρενέργειες (Carano και Testa, 1996; Gianelly και συν., 1991; Wilson και Wilson, 1984; Jones και White, 1992; Locatelly και συν., 1992; Reiner, 1992; Jeckel και Rakosi, 1991).

Ένα από τα σύγχρονα μέσα για την άνω μετακίνηση των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων είναι η συσκευή Pendulum (Εικόνες 1 και 2) η οποία περιγράφηκε από τον Hilgers το 1992. Το όνομα της συσκευής (Pendulum = εκκρεμές) προέρχεται από την κίνηση ταλάντωσης την οποία εκτελούν τα ελατήρια από την μέση γραμμή της υπερώας έως τους υπερώιους σωληνίσκους των δακτυλίων των γομφίων. Η συσκευή αυτή θεωρείται εξέλιξη μιας παλιότερης συσκευής του επινοητή της για διεύρυνση της άνω γνάθου και ταυτόχρονη στροφή και άνω μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων (Hilgers, 1991).

## ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Η εφαρμογή της συσκευής Pendulum ενδείκνυται στις εξής περιπτώσεις:

- Έλλειψη χώρου στο άνω οδοντικό τόξο από εγγύς μετακίνηση των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων.
- Συγκλεισιακά προβλήματα Τάξης II, 1ης κατηγορίας (Εικόνες 3 και 4) ή Τάξης II, 2ης κατηγορίας.

presented certain biomechanical side effects (Carano and Testa, 1996; Gianelly et al., 1991; Wilson and Wilson, 1984; Jones and White, 1992; Locatelly et al., 1992; Reiner, 1992; Jeckel and Rakosi, 1991). One of the modern means for the distal movement of first upper permanent molars is the Pendulum appliance (Figures 1 and 2), which was first described by Hilgers in 1992. The name of this appliance is derived from the swinging movement that is performed by the springs from the mid-palatal line to the palatal sheaths of molar bands. This appliance is considered an improvement on an older appliance introduced by Hilgers for maxillary expansion and simultaneous rotation and distal movement of first upper molars (Hilgers, 1991).

## INDICATIONS AND CONTRAINDICATIONS

The use of the Pendulum appliance is indicated in the following cases:

- Lack of space in the upper dental arch due to mesial movement of first upper molars.
- Class II, division 1 malocclusions (Figures 3 and 4) or Class II, division 2 malocclusions.
- Patients who are non-compliant with the use of



Εικόνες 3 και 4. Συγκλεισιακή ανωμαλία Τάξης II, 1ης κατηγορίας με ένδειξη για εφαρμογή της συσκευής Pendulum.

Figures 3 and 4. Case of Class II, division 1 malocclusion with indication for Pendulum use.

(γ) Πρόβλημα στην συνεργασία του ασθενή για την εφαρμογή εξωστοματικού τόξου.

Κύρια αντένδειξη εφαρμογής της συσκευής Pendulum αποτελεί η τάση για πρόσθια ανεωγμένη δήξη ή η ύπαρξη αυξημένου κάτω πρόσθιου ύψους του προσώπου με οπίσθια στροφή της κάτω γνάθου (Hilgers, 1992). Η εφαρμογή της συσκευής Pendulum αντενδείκνυται επίσης, σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, όταν υπάρχει έντονη Τάξη II σκελετικής αιτιολογίας (Byloff και συν., 1997; Gosh και Nanda, 1996).

#### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

Η συσκευή Pendulum (Εικόνες 1 και 2) αποτελείται από ένα παθητικό και από ένα ενεργητικό τμήμα.

Το παθητικό τμήμα της συσκευής αποτελείται από μια τροποποιημένη πλάκα Nance η οποία στηρίζεται στους πρώτους προγόμφιους της άνω γνάθου (Εικόνες 1, 2 και 5). Στη συσκευή Pendulum η ακρυλική πλάκα γίνεται όσο το δυνατό μεγαλύτερη έτσι ώστε να εμποδίζεται ο τραυματισμός των μαλακών ιστών της υπερώας κατά την μετακίνηση των άνω γομφίων. Πρέπει να απέχει περίπου 5 χιλ. από τα δόντια για να αποφεύγει το αγγειακό δίκτυο που βρίσκεται κοντά σε αυτά και να επιτρέπει τον καθαρισμό τους (Εικόνα 5). Η στηρικτική μονάδα μπορεί να ενισχυθεί επιπλέον με προσθήκη αγκίστρων στους δεύτερους νεογιλούς γομφίους ή προγόμφιους (Hilgers, 1992).

headgear (extra-oral forces).

The main contraindication of Pendulum application is a tendency for anterior open bite or the presence of increased lower anterior facial height with tendency for posterior mandibular rotation (Hilgers, 1992). In the view of several authors, this appliance should not be used in cases of severe skeletal Class II (Byloff et al., 1997; Gosh and Nanda, 1996).

#### DESCRIPTION OF THE APPLIANCE

The Pendulum (Figures 1 and 2) includes a passive and an active component.

The passive component of the appliance is a modified Nance button cemented onto first upper premolars (Figures 1, 2 and 5). In the Pendulum, the acrylic plate is constructed so as to cover the largest possible area in order to avoid trauma of the soft palatal tissues during upper molar movement. It should have a 5-mm clearance from the teeth so as to avoid the adjacent vascular network and allow for tooth cleaning (Figure 5).

The anchorage unit can be further reinforced with the addition of brackets on the second primary molars or premolars (Hilgers, 1992).



Εικόνα 5. Εφαρμογή της συσκευής Pendulum για την άπω μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων. Ενεργοποίηση των ελατηρίων με γωνία περίπου 45°.

Figure 5. Application of the Pendulum for distal molar movement. Spring activation at a 45° angle.



Εικόνα 6. Δράση μετά από 3 εβδομάδες. Επανενεργοποίηση.

Figure 6. Appliance effect after 3 weeks. Reactivation.

Η συσκευή περιλαμβάνει δύο ελατήρια τα οποία ενσωματώνονται στο οπίσθιο τμήμα της ακρυλικής πλάκας σχεδόν παράλληλα προς τη μέση υπερώια ραφή (Εικόνες 1 και 5). Το ελεύθερο άκρο των ελατηρίων αυτών εφαρμόζει στους σωληνίσκους των γομφίων (Εικόνα 6) εξασκώντας έτσι τις απαραίτητες δυνάμεις για την άπω μετακίνηση των γομφίων.

Τα ελατήρια του μηχανήματος κατασκευάζονται από σύρμα TMA, επειδή αυτό το σύρμα έχει χαμηλό λόγο φορτίου-παραμόρφωσης και μεγάλη ελαστικότητα σε σχέση με τα σύρματα από ανοξείδωτο χάλυβα επιτρέποντας μεγάλες ενεργοποιήσεις με μικρές δυνάμεις.

Τα ελατήρια αποτελούνται από ένα οριζόντιο τμήμα το οποίο εισέρχεται στους υπερώιους σωληνίσκους των δακτυλίων των γομφίων, μια μικρή οριζόντια αγκύλη προσαρμολογής, μια κλειστή ελικοειδή αγκύλη καθώς και μια αγκύλη συγκράτησης του ελατηρίου στο ακρυλικό (Εικόνες 5 και 6). Σύμφωνα με τον Hilgers (1992) τα ελατήρια πρέπει να είναι τοποθετημένα όσο το δυνατό πιο κοντά στο κέντρο της υπερώιας πλάκας, ενώ η διαμόρφωση των αγκυλών τους γίνεται όσο το δυνατό πιο κοντά στο άπω τμήμα της υπερώιας πλάκας έτσι ώστε να επιτρέπεται η άνετη πρόσβαση στο ακρυλικό για καθαριότητα. Η τοποθέτηση των ελατηρίων όσο το δυνατό πιο κοντά στο κέντρο της υπερώιας πλάκας γίνεται έτσι ώστε:

- να αυξηθεί, κατά το δυνατό, η ακτίνα δράσης τους,
- να επιτρέπεται η εύκολη είσοδός τους στον υπερώιο

The appliance includes two springs incorporated in the posterior part of the acrylic plate almost parallel to the mid-palatal suture (Figures 1 and 5). The free ends of these springs are engaged in the molar sheaths (Figure 6), thus applying the forces necessary for distal molar movement.

Appliance springs are constructed with TMA wire, because this wire is characterized by low load-deflection ratio and great elasticity in comparison to stainless steel wires, thus allowing for long activation with low forces.

The springs consist of a horizontal part engaged in the palatal sheaths of molar bands, a small horizontal adjustment loop, a closed spiral loop and a loop for the retention of the spring within the acrylic (Figures 5 and 6). According to Hilgers (1992), springs should be positioned as close as possible to the center of the acrylic plate, whereas loop formation is performed as near as possible to the distal part of the acrylic plate in order to allow easy access to the acrylic so as to facilitate cleaning. The springs should be as close as possible to the center of the acrylic plate so as to:

- increase their range of action to the maximum;
- allow for their easy engagement in the palatal sheath of molar bands, and
- reduce forces to an acceptable level.

Spring activation is most efficiently performed before



σωληνίσκο των δακτυλίων των γομφίων, και να μειωθούν οι δυνάμεις σε ένα αποδεκτό επίπεδο. Η ενεργοποίηση των ελατηρίων γίνεται πιο αποτελεσματικά πριν η συσκευή τοποθετηθεί στο στόμα. Εάν απαιτείται σημαντική άνω μετακίνηση των άνω γομφίων τα ελατήρια θα πρέπει να ενεργοποιηθούν έτσι ώστε να είναι παράλληλα στην μέση υπερώια ραφή ή κάθετα στο σώμα της συσκευής. Η κάμψη αυτή των ελατηρίων προκαλεί ενεργοποίηση  $60^\circ$  μετά την είσοδό τους στους υπερώιους σωληνίσκους. Σύμφωνα με τον Hilgers (1992) κατά την τοποθέτηση των ελατηρίων στον υπερώιο σωληνίσκο των δακτυλίων των γομφίων χάνεται το ένα τρίτο της ενεργοποίησης, και η εναπομένουσα πίεση γίνεται εύκολα ανεκτή από τον ασθενή. Αντίθετα οι Byloff και Darendeliler (1995) ενεργοποιούν κατά  $45^\circ$  (Εικόνα 5) με αποτέλεσμα να χρειάζονται περισσότερες ενεργοποιήσεις κατά την διάρκεια της θεραπείας. Επιπλέον η τάση των γομφίων να μετακινθούν προς τα άνω εξαρτάται και από την γωνία εισόδου του ελατηρίου στον υπερώιο σωληνίσκο. Η συσκευή τοποθετείται στο στόμα ενεργοποιημένη και συγκολλείται στα δόντια σήριξης. Μετά το τέλος της συγκόλλησης τα ελατήρια τοποθετούνται στον υπερώιο σωληνίσκο, με την βοήθεια μιας πένσας και σταθεροποιούνται με ελαστική ή συρμάτινη πρόσδεση (Εικόνα 2). Το μέγεθος των δυνάμεων που εξασκούνται στους γομφίους είναι 200-250 g. περίπου. Η διάρκεια θεραπείας με τη συσκευή είναι περίπου 4-6 μήνες.

## ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

Η συσκευή Pendulum τοποθετείται στο στόμα του ασθενή ενεργοποιημένη. Κατά την επανεξέταση του ασθενούς τα ελατήρια αποσπούνται από τον υπερώιο σωληνίσκο και ελέγχεται η πίεση τους. Εάν απαιτείται επανενεργοποίηση αυτή γίνεται με μετακίνηση του ελατηρίου προς τη μέση γραμμή. Συχνά χρειάζεται ενεργοποίηση, δηλαδή άνοιγμα, της αγκύλης προσαρμογής ώστε να αντιρροποισθεί η προς τη μέση γραμμή μετακίνηση των γομφίων που οδηγεί σε σταυροειδή σύγκλιση (Εικόνα 6).

## ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

Εάν χρειάζεται επιπλέον διεύρυνση του άνω οδοντικού τόξου μπορεί να ενσωματωθεί μια εξελίκτηρα στην ακρυλική πλάκα. Η εκδοχή αυτή της συσκευής ονομάζεται

the appliance is placed in the mouth. If significant distal molar movement is desired, activated springs should be parallel to the mid-palatal suture or perpendicular to the body of the appliance. Spring bending results in a  $60^\circ$  activation following their engagement in the palatal sheaths. According to Hilgers (1992), one third of the activation is lost upon spring engagement in the palatal sheaths of molar bands and residual pressure is well tolerated by the patient. On the other hand, Byloff and Darendeliler (1995) apply a  $45^\circ$  activation (Figure 5); thus, further activation is required during treatment. Besides, the distal molar movement also depends on the spring angle of entry into the palatal sheath.

The appliance is activated before it is placed in the mouth and is cemented onto the anchorage teeth. Following cementation, the springs are engaged in the palatal sheaths with pliers and ligated with an elastic module or a steel ligature (Figure 2). The magnitude of the force applied on the molars is nearly 200-250 g. Treatment time with this appliance is approximately 4-6 months.

## APPLIANCE ACTIVATION

The Pendulum is positioned in the patient's mouth in an activated state. At patient recall, the springs are removed from the palatal sheaths to check on their residual activation. Moving the spring towards the midline reactivates the appliance. Often, the adjustment loop does require activation, *i.e.*, it is opened to compensate for molar movement towards the midline that may lead to cross-bite (Figure 6).

## APPLIANCE MODIFICATIONS

If additional expansion of the upper dental arch is required, an expansion screw may be incorporated in the appliance. This version of the appliance is known as "Pend-X". One week following appliance positioning, the expansion screw is activated one quarter of a turn every three days in order to achieve slow, stable expansion.

Scuzzo et al. (1999) suggest that the horizontal loop of the appliance springs should be reversed to allow for translation of first upper molars. This version of the appliance is known as "M-Pendulum".



«Pend-X». Η εξελίκτη ενεργοποιείται ένα τέταρτο της στροφής κάθε τρεις μέρες, μια εβδομάδα μετά την τοποθέτηση του μηχανήματος έτσι ώστε να προκαλείται μια αργή σταθερή διεύρυνση.

Οι Scuzzo και συν. (1999) προτείνουν την αντιστροφή της οριζόντιας αγκύλης των ελατηρίων της συσκευής έτσι ώστε να επιτρέπει την παράλληλη μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων. Η εκδοχή αυτή της συσκευής ονομάζεται «M-Pendulum».

Για να αυξηθεί η στηρικτική ικανότητα της συσκευής οι Gosh και Nanda (1996) συνιστούν να περιλαμβάνονται στην στήριξη οι κυνόδοντες και οι τομείς καθώς και να γίνεται πλήρης κάλυψη της υπερώας από την ακρυλική πλάκα. Οι Wong και συν. (1999) χρησιμοποιούν απλά άγκιστρα για την στήριξη στους προγόμφιους του παθητικού μέρους της συσκευής.

## ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

Η συσκευή Pendulum επιδρά στα δόντια και στα τρία επίπεδα του χώρου καθώς και στις φανιακές αποφύσεις. Αναφέρονται επίσης και σκελετικές επιδράσεις από την χρήση της.

## ΟΔΟΝΤΟΦΑΤΝΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Επίδραση στους γομφίους: Οι Byloff και Darendeliler (1997) αναφέρουν ότι η παρατηρούμενη άπω μετακίνηση των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων είναι κατά μέσο όρο 3,39 χιλ., οι Ghosh και Nanda (1996) 3,37 χιλ., οι Byloff και συν. (1997) 4,14 χιλ. (Εικ. 7), ενώ οι Bussick και McNamara (2000) 5,7 χιλ. Η μετακίνηση αυτή δεν είναι παράλληλη αλλά γίνεται με κάποια απόκλιση ( $8,36^{\circ}$ - $14,50^{\circ}$ ). Οι Byloff και συν. (1997) ισχυρίζονται ότι η απόκλιση αυτή μπορεί να ελαττωθεί εάν γίνουν κάμψεις ανόρθωσης στα ελατήρια αλλά ο χρόνος θεραπείας με τη συσκευή Pendulum αυξάνεται κατά 64,1% ενώ παρατηρείται και μία μικρή επιπλέον απώλεια στήριξης στην περιοχή των άνω τομέων. Αν και οι Hilgers (1992) και Cobo και συν. (1999) συνιστούν η άπω μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων να γίνεται πριν την ανατολή των δευτέρων άνω γομφίων, οι Ghosh και Nanda (1996) και Byloff και Darendeliler (1997) έδειξαν ότι το στάδιο ανατολής των δευτέρων γομφίων δεν επηρεάζει το ποσό της άπω μετακίνησης των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων. Σύμφωνα με τους Gosh και Nanda (1996) ούτε αυτή η στηρικτική μονάδα επηρεάζεται σημαντικά από το στάδιο ανατολής των δευτέρων γομφίων.

To increase the anchorage capacity of the appliance, Gosh and Nanda (1996) recommend the inclusion of canines and incisors in the anchorage unit and the complete coverage of the palate with the acrylic plate. Wong et al. (1999) use simple brackets for anchoring the passive part of the appliance on the premolars.

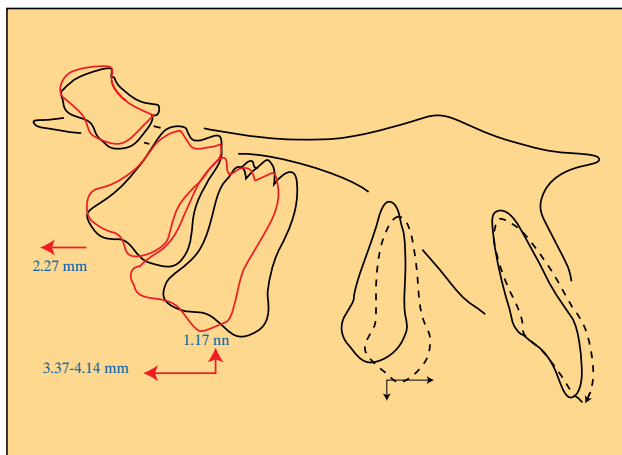
## EFFECTS OF THE PENDULUM APPLIANCE

The Pendulum acts on the teeth and the alveolar processes on all three planes of space. Skeletal effects have also been reported due to its use.

## DENTOALVEOLAR EFFECT

Molar effect: Byloff and Darendeliler (1997) report that the distal movement of first maxillary molars observed is, on average, 3.39 mm, Ghosh and Nanda (1996) report 3.37 mm, Byloff et al. (1997) 4.14 mm (Fig. 7), whereas Bussick and McNamara (2000) report 5.7 mm of molar movement. The type of movement observed is not translation, but a certain degree of tipping ( $8.36^{\circ}$ - $14.50^{\circ}$ ). Byloff et al. (1997) claim that this tipping may be reduced by uprighting spring bends; nevertheless, treatment time with the Pendulum is increased by 64.1% while a small additional anchorage loss at the upper incisor region is also observed. Hilgers (1992) and Cobo et al. (1999) propose that distal molar movement should be performed before eruption of second upper molars; nevertheless, Ghosh and Nanda (1996) as well as Byloff and Darendeliler (1997) have showed that the eruption stage of second molars has no effect on the magnitude of first upper molar distal movement. According to Ghosh and Nanda (1996), the eruption stage of second molars does not have any significant effect on the anchorage unit either.

Hilgers (1992) reports that the effectiveness of distal molar movement is significantly enhanced if the Pend-X appliance version is used, that is, if active expansion is performed simultaneously. On the contrary, the anchorage unit does not seem to be affected. Byloff et al. (1997), using a sample of 20 Class II patients, 8 individuals treated with the Pend-X appliance and the remaining 12 with the standard Pendulum appliance, observed no difference in the anchorage unit.

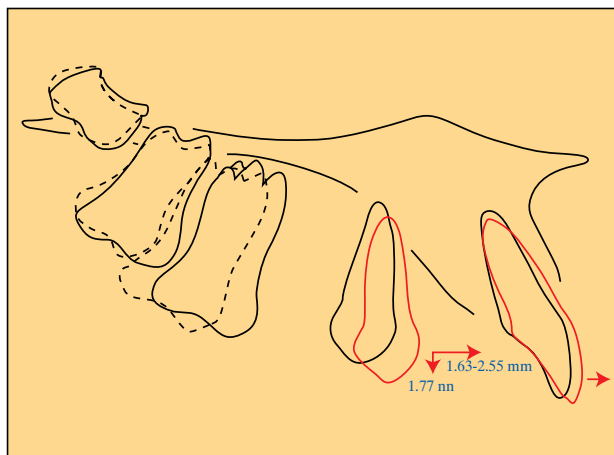


Εικόνα 7. Επίδραση της συσκευής Pendulum στους γομφίους (Byloff και Darendeliler, 1997; Ghosh και Nanda, 1996; Byloff και συν., 1997).

Figure 7. Pendulum effect on the molars (Byloff and Darendeliler, 1997; Ghosh and Nanda, 1996; Byloff et al., 1997).

Ο Hilgers (1992) αναφέρει ότι η αποτελεσματικότητα της άπω μετακίνησης των γομφίων αυξάνεται κατά πολύ εάν χρησιμοποιηθεί η εκδοχή Pend-X της συσκευής Pendulum πραγματοποιώντας δηλαδή συγχρόνως και ενεργή διεύρυνση. Αντίθετα η στηρικτική μονάδα δεν φαίνεται να επηρεάζεται καθόλου. Οι Byloff και συν. (1997) διαπιστώνουν ότι δεν υπάρχει διαφορά στη στηρικτική μονάδα. Αυτοί χρησιμοποίησαν ένα δείγμα 20 ατόμων με συγκλεισιακά προβλήματα Τάξης II εκ των οποίων οι 8 θεραπεύτηκαν με τη συσκευή Pend-X ενώ οι υπόλοιποι 12 με την κανονική συσκευή Pendulum. Οι δεύτεροι άνω γομφίοι μετακινούνται με απόκλιση προς τα άπω λιγότερο από ότι οι πρώτοι αλλά επιπλέον και παρειακά. Οι Ghosh και Nanda (1996) εξετάζοντας ένα δείγμα 31 ασθενών με Τάξη II παρατηρούν ότι οι δεύτεροι άνω γομφίοι μετακινούνται προς τα άπω κατά μέσο όρο 2,27 χιλ. ενώ το αποτέλεσμα της δράσης της συσκευής στους τρίτους γομφίους ήταν πολύ μικρό (Εικόνα 7).

Εκτός από την άπω μετακίνηση των πρώτων άνω γομφίων η συσκευή Pendulum μπορεί να προκαλέσει επιπλέον μικρή εμβύδισή τους. Οι Byloff και Darendeliler (1997) χρησιμοποιώντας ένα δείγμα 13 ατόμων παρατηρούν ότι οι πρώτοι άνω μόνιμοι γομφίοι εμβυθίζονται κατά μέσο όρο 1,17 χιλ. σε σχέση με το συγκλεισιακό επίπεδο (Εικόνα 7). Οι Bussick και McNamara (2000) σε ένα πολύ μεγαλύτερο δείγμα αποτελούμενο από 101 ασθενείς βρίσκουν εμβύδιση ίση με 0,7 χιλ. Η εμβύδιση των πρώτων άνω γομφίων συνδέεται αφε-



Εικόνα 8. Επίδραση της συσκευής Pendulum στη στηρικτική μονάδα (Byloff και Darendeliler, 1997; Ghosh και Nanda, 1996; Byloff και συν., 1997).

Figure 8. Pendulum effect on the anchorage unit (Byloff and Darendeliler, 1997; Ghosh and Nanda, 1996; Byloff et al., 1997).

Second maxillary molars are moved with lesser distal tipping than first molars, but they are also tipped buccally. Ghosh and Nanda (1996), examining a sample of 31 Class II patients, observe that second upper molars are moved distally over an average of 2.27 mm, whereas the effect of the appliance on third molars was minimal (Figure 7).

The Pendulum, besides distal molar movement, may further cause mild molar intrusion. Byloff and Darendeliler (1997), in a sample of 13 individuals, observe that first maxillary permanent molars are intruded at an average of 1.17 mm in reference to the occlusal plane (Figure 7). Bussick and McNamara (2000), in a sample of 101 patients, observed 0.7 mm of molar intrusion. First upper molar intrusion is attributed to inhibition of the vertical growth of the alveolar processes due to the fixed appliance and to the intrusive forces exercised by the tongue on the appliance.

The Pendulum also causes buccal tipping of maxillary molars. According to Ghosh and Nanda (1996), this buccal tipping is greater on second than first molars, as well as on the mesiobuccal rather than the distobuccal cusps. The mesiobuccal rotation of first molars has positive treatment effects, because it favors good intercuspation between upper and lower molars and creates additional space because of the molar anatomy.

Effect on the anchorage unit: The Pendulum also acts on the anchorage unit. Ghosh and Nanda (1996),



νός μεν με την αναστολή της κατακόρυφης αύξησης των φαυνοειδών αποφύσεων από την σταθερή συσκευή αφετέρου με τις δυνάμεις εμβύθισης που εξασκεί η γλώσσα στο μηχανήμα.

Η συσκευή Pendulum προκαλεί επιπλέον παρειακή απόκλιση των άνω γομφίων. Σύμφωνα με τους Ghosh και Nanda (1996) η απόκλιση αυτή είναι μεγαλύτερη στους δεύτερους από ότι στους πρώτους γομφίους καθώς και στα εγγύς παρειακά φύματα από ότι στα άπω παρειακά. Η εγγύς παρειακή στροφή των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων έχει θετικά αποτελέσματα στη θεραπεία γιατί ευνοεί αφενός μεν την συγγόμωση μεταξύ των άνω και κάτω γομφίων, αφετέρου δε εξοικονομεί επιπλέον χώρο λόγω της ανατομίας του γομφίου.

Επίδραση στη σιηρικτική μονάδα: Επίδραση της συσκευής παρατηρείται επίσης στη σιηρικτική μονάδα. Οι Ghosh και Nanda (1996), Byloff και Darendeliler (1997) και Bussick και McNamara (2000) αναφέρουν ότι οι προγόμφιοι μετακινούνται προς τα εγγύς (1,63 χιλ.- 2,55 χιλ.) με απόκλιση, ενώ παρατηρείται συγχρόνως μία μικρή υπερέκφυσή τους. Οι άνω τομείς παρουσιάζουν επίσης μια μικρή χειλική απόκλιση (Ghosh και Nanda, 1996) (Εικόνα 8).

## ΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Στο οβελιαίο επίπεδο δεν παρατηρείται σημαντική επίδραση της συσκευής. Αντίθετα στο κατακόρυφο επίπεδο οι απόψεις διίστανται. Ο Hilgers (1992) επισημαίνει την τάση για ανεωγμένη δήξη στο πρόσθιο τμήμα του τόξου κατά την άπω μετακίνηση των γομφίων. Η τάση αυτή διορθώνεται συνήθως αυτόματα στους ασθενείς με βραχύ τύπο προσώπου ενώ αντίθετα είναι πρόβλημα στους ασθενείς με τύπο επιμήκους προσώπου, ιδίως σε αυτούς με ανώμαλη κατάποση.

Οι Bussick και McNamara (2000) παρατηρούν μια αύξηση του κάτω πρόσθιου ύψους του προσώπου μετά τη θεραπεία με τη συσκευή ίση με 2,2 χιλ. Αντίθετα όμως από τον προηγούμενο συγγραφέα ισχυρίζονται ότι η αύξηση αυτή του κάτω πρόσθιου ύψους του προσώπου είναι ίδια σε όλους τους κατακόρυφους τύπους του προσώπου.

Οι Ghosh και Nanda (1996) μετά το τέλος της θεραπείας με τη συσκευή Pendulum βρίσκουν μικρή αύξηση του κάτω πρόσθιου ύψους του προσώπου (2,79 χιλ.), μικρή αύξηση της γωνίας του επιπέδου της κάτω γνάθου κατά 1,09° και μείωση της κατακόρυφης επικάλυψης κατά 1,39 χιλ. κατά μέσο όρο.

Αντίθετα οι Byloff και Darendeliler (1997) δεν βρίσκουν κάποια σημαντική επίδραση της συσκευής στο

Byloff and Darendeliler (1997) and Bussick and McNamara (2000) report that premolars move mesially (1.63 mm – 2.55 mm) with tipping, while small extrusion is also observed. Maxillary incisors also show small labial tipping (Ghosh and Nanda, 1996) (Figure 8).

## SKELETAL EFFECT

No significant appliance effect is observed on the sagittal plane. On the contrary, there are conflicting views concerning its effect on the vertical plane. Hilgers (1992) stresses the tendency for open bite in the anterior dental arch during distal molar movement. This open bite tendency is usually spontaneously corrected in short-faced patients, whereas problems arise with long-faced patients, especially those with abnormal swallowing patterns.

Bussick and McNamara (2000) observed a 2.2 mm increase of lower anterior facial height following treatment with this appliance. These authors, in contrast to Hilgers, claim that the increase is similar for all vertical facial types.

Ghosh and Nanda (1996), after treatment with the Pendulum, observe the following:

- small increase in lower anterior facial height (2.79),
- small increase in the mandibular plane angle by 1.09°, and
- overbite decrease by an average 1.39 mm.

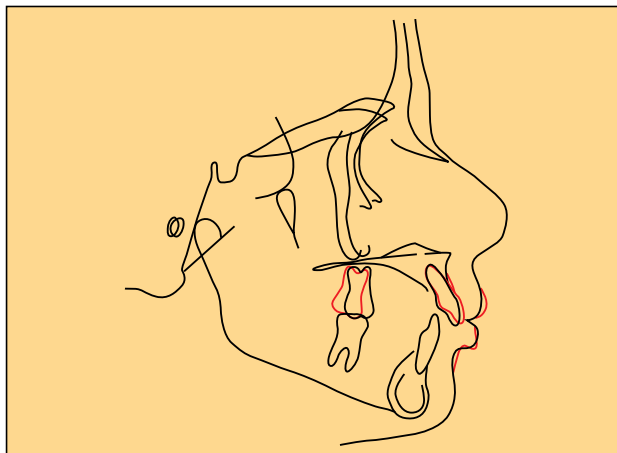
On the contrary, Byloff and Darendeliler (1997) found no significant appliance effect on the vertical plane, maybe because of first upper molar intrusion, which counterbalances any possible opening of the bite following the distal movement and tipping of the molars. Nevertheless, these authors note that it is difficult to direct the vertical component of the force of the Pendulum appliance.

Conflicting views concerning appliance effects on the vertical plane are possibly due to, on the one hand, different measurements used by different authors and, on the other hand, the degree of molar intrusion during treatment, which directly depends on the type of appliance activation. However, any increase of lower anterior facial height observed is small, ranging between 2-3 mm. Nevertheless, in certain individuals with excessive lower anterior facial height even this small increase is undesirable. In these cases, alternative therapeutic means should be used as reported in Pendulum appliance contraindications.



Εικόνα 9. Δράση μετά από 12 εβδομάδες. Ολοκλήρωση της άπω μετακίνησης των πρώτων και δεύτερων άνω μόνιμων γομφίων.

Figure 9. Appliance effect after 12 weeks. Completion of distal movement of first and second maxillary permanent molars.



Εικόνα 10. Μεταβολές από τη δράση της συσκευής Pendulum αμέσως μετά την αφαίρεσή της.

Figure 10. Changes due to the Pendulum appliance directly after its removal.

κατακόρυφο επίπεδο πιθανόν λόγω της εμβύθισης των πρώτων άνω γομφίων η οποία αντιρροπεί το πιθανό άνοιγμα της δήξης λόγω της άπω μετακίνησης και απόκλισης των άνω γομφίων. Παρόλα αυτά οι προηγούμενοι συγγραφείς αναφέρουν ότι δεν είναι εύκολο να κατευθύνουμε τις κατακόρυφες συνιστώσες των δυνάμεων στη συσκευή Pendulum.

Οι διαφορετικές απόψεις για τη δράση της συσκευής στο κατακόρυφο επίπεδο πιθανώς οφείλονται αφενός μεν στις διαφορετικές μετρήσεις που χρησιμοποιούνται από τους συγγραφείς αφετέρου δε στην εμβύθιση ή μη των γομφίων κατά τη διάρκεια της θεραπείας γεγονός που εξαρτάται άμεσα από το πως ενεργοποιείται η συσκευή. Παρόλα αυτά η παρατηρούμενη αύξηση του κάτω πρόσθιου ύψους του προσώπου, όταν αυτή αναφέρεται, είναι μικρή μεταξύ 2-3 χιλ. Σε ορισμένα άτομα όμως με πολύ μεγάλο κάτω πρόσθιο ύψος του προσώπου ακόμα και αυτή η αύξηση δεν είναι επιθυμητή. Σε αυτά τα άτομα θα πρέπει να επιλέγεται ένα άλλο θεραπευτικό μέσο και όχι η συσκευή Pendulum όπως αναφέρεται στις αντενδείξεις της συσκευής.

## ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΤΩΝ ΓΟΜΦΙΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ

Μετά το τέλος της άπω μετακίνησης των γομφίων (Εικό-

## MOLAR RETENTION FOLLOWING DISTAL MOVEMENT

Following distal molar movement (Figures 9 and 10), molar retention and stabilization is performed with a TPA or a Nance acrylic plate anchored on first permanent molars (Figure 11). Retention may be reinforced with fixed appliances and continuous archwire with omega loops mesial to the molars on the upper dental arch or with a passive utility arch. Treatment is completed with fixed orthodontic appliances (Figure 12) to obtain full occlusal relationships (Figure 13).

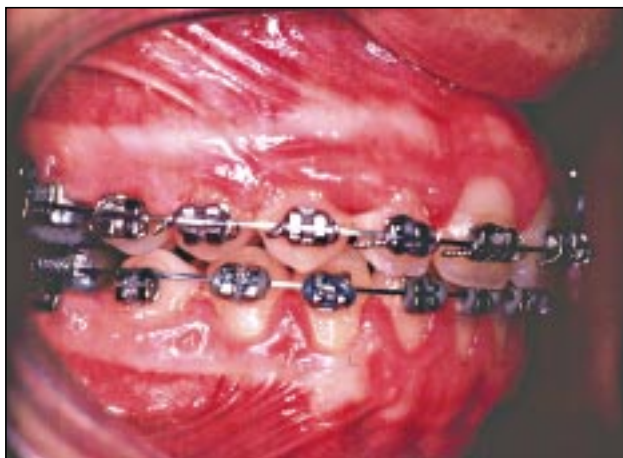
## CONCLUSIONS

Distal movement of first maxillary permanent molars with the Pendulum appliance is achieved in a short time. The presence of second maxillary molars in the dental arch creates no problem during this movement, since second molars also move distally. When the Pendulum is used, patient cooperation is not required. The effect of the appliance is mainly dentoalveolar, but skeletal effects on the vertical plane may also be achieved. The mild, continuous forces exercised by



Εικόνα 11. Συγκράτηση των γομφίων με υπερώιο τόξο ενώ γίνεται έλξη των δευτέρων προγομφίων με ελαστικές αλυσίδες.

Figure 11. Molar retention with a TPA, simultaneous to premolar retraction with elastic chains.



Εικόνα 12. Εφαρμογή ακίνητων ορθοδοντικών συσκευών.

Figure 12. Fixed orthodontic appliances.

νες 9 και 10), η συγκράτηση και σταθεροποίησή τους γίνεται με εφαρμογή υπερώιου τόξου ή με ακρυλική πλάκα Nance που στηρίζεται στους πρώτους μόνιμους γομφίους (Εικόνα 11). Η συγκράτηση μπορεί να ενισχυθεί με τοποθέτηση στο άνω οδοντικό τόξο ακίνητων μηχανισμών και συνεχούς σύρματος με αγκύλες ωμέγα εγγύς των άνω γομφίων ή παθητικού τόξου utility. Η θεραπεία ολοκληρώνεται με εφαρμογή ακίνητων ορθοδοντικών συσκευών (Εικόνα 12) για τη πλήρη αποκατάσταση των συγκλεισιακών σχέσεων (Εικόνα 13).

the two springs of the appliance achieve distal molar movement without significant negative effects on the anchorage unit. Following removal of the appliance, maximum anchorage of first upper molars is necessary during retraction of the canines and incisors for treatment completion.

The Pendulum appliance is a reliable alternative in clinical practice for distal movement of first maxillary permanent molars.

## REFERENCES

- Bussick TJ, McNamara JA. Dentoalveolar and skeletal changes associated with pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;117:333-43.
- Byloff FK, Darendeliler MA. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: Clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod* 1997;67:249-60.
- Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: The effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 1997;67:261-70.
- Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod* 1996;30:374-80.
- Celín NM, Ten Hove A. Nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 1983;17:396-413.
- Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;110:639-46.
- Gianelly AA, Bednar J, Dietz VS. Japanese NiTi coils to move molars distally. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991;99:564-6.
- Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM. The use of magnets to move molars distally. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;96:161-7.
- Cobo J, Diaz B, Puente M, Carlos F. Distalization des molaires superieures par pendulum. *Rev Orthop Dento Faciale* 1998;32:41-50.
- Haack DC, Weinstein S. The mechanics of centric and eccentric cervical traction. *Am J Orthod* 1958;44:346-57.
- Hershey HG, Houghton CW, Burstone CJ. Unilateral face-bows. A theoretical and laboratory analysis. *Am J Orthod* 1981;79:229-49.
- Hilgers JJ. A palatal expansion appliance for non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1991;25:491-7.



Εικόνα 13. Αποκατάσταση σχέσης Τάξης I στους γομφίους και διόρθωση της συγκλεισιακής ανωμαλίας Τάξης II, 1ης κατηγορίας μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας.

Figure 13. Class I molar relationship and correction of Class II, division 1 malocclusion following treatment completion.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η άπω μετακίνηση των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων με την εφαρμογή της συσκευής Pendulum επιτυγχάνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα χωρίς να εμποδίζεται από την ύπαρξη στον φραγμό των δεύτερων άνω γομφίων, οι οποίοι επίσης μετακινούνται προς τα άπω. Για την επίτευξη του αποτελέσματος δεν απαιτείται η ενεργός συνεργασία του ασθενή.

Η επίδραση της συσκευής είναι κυρίως οδοντική αλλά μπορεί να έχει και σκελετικά αποτελέσματα στο κατακόρυφο επίπεδο. Οι ελαφρές και συνεχείς δυνάμεις που εξασκούνται από τα δύο ελατήρια της συσκευής επιτυγχάνουν την άπω μετακίνηση των γομφίων χωρίς να επιβαρύνουν σημαντικά την στηρικτική μονάδα. Μετά την αφαίρεση της συσκευής είναι απαραίτητη η στήριξη των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων καθώς θα έλκονται τα υπόλοιπα δόντια για την ολοκλήρωση της ορθοδοντικής θεραπείας. Η συσκευή Pendulum αποτελεί ένα αξιόπιστο εργαλείο επιλογής στην κλινική πράξη για την άπω μετακίνηση των πρώτων άνω μόνιμων γομφίων.

### Διεύθυνση για ανάπτυξη:

Σωσάνη Σιδηροπούλου  
Επίκουρη Καθηγήτρια  
Εργαστήριο Ορθοδοντικής  
Τμήμα Οδοντιατρικής  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
54124 Θεσσαλονίκη

- Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1992;26:706-14.
- Jeckel N, Rakosi T. Molar distalization by intra-oral force application. *Eur J Orthod* 1991;13:43-6.
- Jones RD, White JM. Rapid Class II molar correction with an open-coil jig. *J Clin Orthod* 1992;26:661-4.
- Locatelly R, Bednar J, Gianelly AA. Molar distalization with superelastic NiTi wire. *J Clin Orthod* 1992;26:277-9.
- Proffit WR. *Contemporary Orthodontics*. St.Louis: The CV Mosby Company, 1986: 318-9.
- Reiner TJ. Modified Nance appliance for unilateral molar distalization. *J Clin Orthod* 1992;26:402-4.
- Ritto AK. Removable molar distalization splint. *J Clin Orthod* 1995;29:396-7.
- Scuzzo G, Pisani F, Takemoto K. Maxillary molar distalization with a modified pendulum appliance. *J Clin Orthod* 1999;33:645-50.
- Wilson WL, Wilson RC. Modular 3D appliances. Problem solving in edgewise, straightwire, and lightwire treatment. *J Clin Orthod* 1984;18:272-81.
- Wong AMK, Rabie ABM, Hagg U. The use of pendulum appliance in the treatment of Class II malocclusion. *Br Dent J* 1999;187:367-70.

### Reprint requests to:

Sosani Sidiropoulou  
Assistant Professor  
Department of Orthodontics  
School of Dentistry  
Aristotle University of Thessaloniki  
GR-54124 Thessaloniki  
GREECE