

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΙΞΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΜΑΣΤΙΧΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΑΣΗΣΗ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΟΔΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Β. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΟΥ*, Σ. ΣΙΟΒΑΣ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιξωδοελαστικότητα είναι μία χαρακτηριστική ιδιότητα που προσδιορίζει την υφή των τροφών. Η μέτρηση διαφορών της ιξωδοελαστικότητας κάτω από διαφορετικές συνθήκες δίνει πολύτιμες πληροφορίες για διάφορες παραμέτρους. Η μαστίχα θεωρείται αντιπροσωπευτικό παράδειγμα υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μελετηθούν διαφορές σε χαρακτηριστικές παραμέτρους του μασητικού κύκλου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μελέτης. Στην παρούσα ερευνητική εργασία χρησιμοποιήθηκαν έξι μαστίχες ευρείας κατανάλωσης με διαφορετική ιξωδοελαστικότητα. Δείγματα από όλες τις μαστίχες μασήθηκαν από ενήλικα άτομα που ανήκαν σε δύο ηλικιακές ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από νέους ενήλικες και η δεύτερη ομάδα από ενήλικες της τρίτης ηλικίας. Στην πρώτη ομάδα συμπεριελήφθησαν ενόδοντες με πλήρη φυσικό φραγμό, ενώ στην ομάδα των ατόμων της τρίτης ηλικίας συμπεριελήφθησαν άτομα με διάφορες οδοντικές καταστάσεις. Η ιξωδοελαστικότητα εκτιμήθηκε με τη μέτρηση της ρευστότητας και του ιξώδους ομογενοποιημένων δειγμάτων μαστίχας μετά από μάσηση συγκεκριμένων μασητικών κύκλων. Τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορές στη ρευστότητα και στο ιξώδες μεταξύ των διάφορων εμπορικών σκευασμάτων της μαστίχας. Ενδιαφέρον προκάλεσε η διαφορά μεταξύ της φυσικής μαστίχας της Χίου και των εμπορικών σκευασμάτων που περιείχαν συνθετική βάση. Η διαφορά στη ρευστότητα που παρατηρήθηκε στα δείγματα μαστίχας που μασήθηκαν μεταξύ των ατόμων διαφορετικής ηλικίας και διαφορετικών οδοντικών καταστάσεων έδωσε πολύτιμες πληροφορίες για το πόσο η ηλικία και η οδοντική κατάσταση επηρεάζει τον τρόπο μάσησης.

* Επίκουρη Καθηγήτρια Εργαστηρίου Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθετικής, Τμήμα Οδοντιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

** Οδοντίατρος, Μεταπτυχιακός Φοιτητής Εργαστηρίου Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθετικής, Τμήμα Οδοντιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Από το Εργαστήριο Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθετικής, Τμήμα Οδοντιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
Διευθύντρια: Η Καθηγήτρια Δ. Κάπαρη.

Ανακοινώθηκε στη ΛΕ' Ετήσια Οδοντοστοματολογική Σύνοδο της Στοματολογικής Εταιρείας της Ελλάδος - Μυτιλήνη, 7-10 Σεπτεμβρίου 2000.

Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Αιγαίου (ΑΠ:ΔΠΑ/Φ.229.4/11543/97).

ΟΡΟΙ ΕΥΡΕΤΗΡΙΑΣΜΟΥ: Ιξωδοελαστικότητα, Ρευστότητα, Ιξώδες, Μαστίχα, Μάσηση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μάσηση είναι μία διαδικασία η οποία ελέγχεται από το στέλεχος του εγκεφάλου¹⁻³. Οι άνθρωποι έχουν εκ φύσεως νευροφυσιολογική συμπεριφορά, η οποία ελέγχει τον τύπο μάσησης και δίνει στο μασητικό κύκλο ένα συνεχές και σταθερό σχήμα, ταχύτητα και δύναμη. Είναι μάλιστα χαρακτηριστική στον κάθε άνθρωπο, όπως το βάδισμα και η ομιλία. Ο τύπος των διαφόρων τροφών μεταβάλλει το μασητικό κύκλο μέσα στα όρια που έχουν τεθεί από το νευρομυϊκό μηχανισμό. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ατόμων που σχετίζονται με την ηλικία, το φύλο, με έξεις και τον τύπο της σύγκλεισης¹⁻³.

Τα αισθητήρια νεύρα είναι η βάση ελέγχου του αντανακλαστικού της μάσησης αλλά και της ενσυνείδητης αντίληψης της υφής της τροφής και της ευχαρίστησης που συνεπάγεται η μάσηση των φυσικών τροφών, τα οποία με τη σειρά τους μεταβάλλουν τον τύπο μάσησης. Οι μεταβολές που επέρχονται στη σύγκλειση με τις εξαγωγές δοντιών επηρεάζουν τις απολήξεις των αισθητήριων νεύρων τα οποία ανιχνεύουν την υφή της τροφής. Οι εξαγωγές όλων των δοντιών και η τοποθέτηση ολικών οδοντοστοιχιών επηρεάζουν δραματικά τον τύπο μάσησης. Ο βαθμός στον οποίο επηρεάζεται εξαρτάται από τη συγκράτηση της οδοντοστοιχίας αλλά και από τον έλεγχο της οδοντοστοιχίας από τον ασθενή. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών με αντικείμενο τη μάσηση και τις ολικές οδοντοστοιχίες¹⁻³.

Κατά τη διαδικασία της μάσησης, από τις κινήσεις της γλώσσας, της κάτω γνάθου και των δυνάμεων που εφαρμόζονται από τα δόντια, παράγεται βλωμός με μαλακή σύσταση και χαμηλό ιξώδες. Ταυτόχρονα το μέγεθος και το είδος των σωματιδίων της τροφής αλλά και η τραχύτητά τους γίνονται αντιληπτά, συμβάλλοντας στην ενεργοποίηση των μηχανικών υποδοχέων και των τασεοϋποδοχέων στην περιοχή του στόματος. Η συνολική αυτή ενεργοποίηση διαφοροποιείται ανάλογα με την υφή της τροφής⁴⁻⁶. Οι ανατομικές διαφορές που υπάρχουν στους ανθρώπους, όπως για παράδειγμα η διαφορετική πυκνότητα των μυκητοειδών θηλών στη γλώσσα και η ποικιλομορφία στις απολήξεις του τριδύμου, συντελούν σε τελείως διαφορετική αντίληψη της ίδιας τροφής σε διαφορετικά άτομα και οδηγούν σε διαφορετικές επιλογές και προτιμήσεις τροφών⁷⁻⁹.

Η μαστίχα χρησιμοποιείται συνεχώς επί σειρά γενεών τόσο των ενηλίκων όσο και των παιδιών, γεγονός που αποδεικνύει την ευχαρίστηση που προκαλεί¹. Η μαστίχα αποτελεί ένα αξιόλογο υλικό για τη μελέτη της μάσησης και χρησιμοποιείται με επιτυχία τα τελευταία 20 χρόνια περίπου. Το σημαντικότερο πλεονέκτημά της έναντι των άλλων μέσων μελέτης (ξηροί καρποί, κρέας κ.ά.) είναι ότι η μαστίχα παραμένει ολόκληρο τεμάχιο κατά τη διάρκεια της

μάσησης, οπότε διευκολύνεται η εκτίμηση των διαφόρων παραμέτρων¹⁰⁻¹⁴.

Οι μαστίχες που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι συνήθως υλικά με σταθερή σύνθεση και σύσταση. Αποτελούν υλικό κατάλληλο για την έρευνα της φάσης της σύνθλιψης μεταξύ των δοντιών των τροφών με ιξωδοελαστική συμπεριφορά¹. Ενώ οι περισσότερες τροφές τεμαχίζονται πριν σχηματίσουν το βλωμό, η μαστίχα ρέει και σχηματίζει το βλωμό¹⁵. Κατά τη μάσηση παράγεται σάλιο διέγερσης τόσο από αυτή καθ' αυτή τη διαδικασία, όσο και από τη διάλυση της ζάχαρης και των γλυκαντικών που περιέχονται στη μαστίχα. Ένα μέρος του σάλιου εγκλωβίζεται μέσα στη μάζα του βλωμού^{16,17}.

Κατά τη διάρκεια της μάσησης της μαστίχας, που είναι ένα μη νευτώνειο πολυφασικό υλικό, συμβαίνουν αλλαγές στη μάζα της, οι οποίες οφείλονται στη ρεολογική της συμπεριφορά (ελαστικότητα, ιξώδες, πλαστικότητα). Η ρεολογική της συμπεριφορά εξαρτάται από το μοριακό βάρος, την πυκνότητα και τη θερμοκρασία. Ο βλωμός που σχηματίζει η μαστίχα εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα, την υφή και τη σύσταση της μαστίχας. Ομογενοποιείται μετά από μάσηση περίπου 30 μασητικών κύκλων^{18,19}. Οι ιδιότητες και τα φυσικά χαρακτηριστικά της μαστίχας που έχει μασηθεί και η σχέση με την υφή και τις ιδιότητες, όπως αυτή κυκλοφορεί στο εμπόριο, είναι ένας τρόπος με τον οποίο μπορούν να μελετηθούν διαφορές στη μάσηση ανάμεσα σε διαφορετικές μαστίχες, αλλά και ανάμεσα στους ανθρώπους¹⁹⁻²⁶.

Τίθενται έτσι τα θεμέλια για την αξιοποίηση της μαστίχας σε κλινικές μελέτες με την καθιέρωση διεθνών κριτηρίων σχετικά με τα φυσικά χαρακτηριστικά των μαστιχών και τον τρόπο που αυτά επηρεάζουν τη φυσιολογία της μάσησης.

Ο σκοπός της ερευνητικής αυτής εργασίας ήταν: 1) Να προσδιοριστούν κατάλληλοι μέθοδοι, οι οποίες μπορούν να μετρήσουν τις μεταβολές της ρεολογικής συμπεριφοράς που συμβαίνουν κατά τη μάσηση διαφόρων τύπων μαστιχών που κυκλοφορούν στο εμπόριο. 2) Να ανιχνευτούν οι διαφορές στη ρευστότητα και το ιξώδες διαφόρων τύπων μαστιχών, σε άτομα με διαφορετική οδοντική κατάσταση. 3) Να ισχυ-

ροποιηθεί η χρήση των μεθόδων μετρήσεων με τον προσδιορισμό μαθηματικών σχέσεων παραμέτρων της ρεολογικής συμπεριφοράς.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν συνολικά επτά υλικά, πέντε εμπορικά σκευάσματα μαστίχας, η φυσική μαστίχα Χίου και κερι παραφίνης (Πίν. 1).

Η φυσική μαστίχα Χίου και η Elma με ζάχαρη είναι κατ' εξοχή σκληρές μαστίχες, οι οποίες δεν περιέχουν συνθετική βάση και είναι αποκλειστικά φυσικής προέλευσης. Η Elma χωρίς ζάχαρη περιέχει και συνθετική βάση.

Η φυσική μαστίχα Χίου είναι ένα μοναδικό προϊόν που προέρχεται από το μαστιχοφόρο σχίνο (*Pistachia Lentiscus*), με γνωστές φαρμακευτικές θεραπευτικές ιδιότητες. Έχει μονοπω-

λιακό σε παγκόσμιο επίπεδο χαρακτήρα. Ο βαθμός σκληρότητας εξαρτάται από τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, το χρόνο έκθεσης και το μέγεθος που έχει το δάκρυ. Η σκληρότητα των τεμαχίων της φυσικής μαστίχας Χίου ποικίλλει. Στη μελέτη αυτή εξαιρέθηκαν όλα τα μαλακά κομμάτια.

Όλα τα υλικά φυλάσσονταν στο ψυγείο. Αφαιρούνταν από το ψυγείο, αφήνονταν να φτάσουν στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετά χρησιμοποιούνταν στην πειραματική μελέτη.

Στη μελέτη συμμετείχαν δώδεκα άτομα ηλικίας 25 έως 67 ετών, επτά γυναίκες και πέντε άνδρες. Η κλινική αυτή έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση τη διακήρυξη του Ελσίνκι (1975)²⁷. Τα άτομα αυτά ανήκαν σε δύο ηλικιακές ομάδες. Τα έξι από αυτά, τέσσερις γυναίκες και δύο άνδρες, ήταν από 25 έως 48 ετών και

Πίνακας 1. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη

Εμπορικό Όνομα	Τύπος	Βάρος συσκευασίας	Κατασκευαστής Αναγραφόμενη σύνθεση
Elma-f (νέα τσίκλα) *	κουφέτο	1,48 gr	Ένωση Μαστιχοπαραγωγών, Χίος Φυσική μαστίχα, μαστιχέλαιο σορβιτόλη, ξυλιτόλη (37,5%), μανιτόλη, μενθόλη, κερι, γλυκερίνη, λεκιθίνη, συνθετική βάση, σταθεροποιητές
Elma-s (παραδοσιακή) **	κουφέτο	1,42 gr	Ένωση Μαστιχοπαραγωγών, Χίος Φυσική μαστίχα, ζάχαρη, μαλακτικές ουσίες.
Dentine-ice*	κουφέτο	17 gr /πακέτο	Warner Lambert, Belgium Σορβιτόλη, μανιτόλη, μαλτιτόλη, ακεσουλφάμη, ασπαρτάμη, συνθετική βάση, γλυκερίνη, λεκιθίνη, χρωστικές.
Freedent*	ραβδί	1,97 gr	The Wrigley Company LTD, Plymouth, Devon PL67PR, UK Σορβιτόλη, μανιτόλη, σιρόπι μανιτόλης, ασπαρτάμη, συνθετική βάση, γλυκερίνη (μη-ζωική), λεκιθίνη, αντιοξειδωτικά (E320)
Wrigleys Double Mint**	φύλλο	2,76 gr	The Wrigley Company LTD, Plymouth, Devon PL67PR, UK Ζάχαρη, βάση, δεξτρόζη, σιρόπι γλυκόζης, γλυκερίνη, ασπαρτάμη, ακεσουλφάμη K, αντιοξειδωτικά (E321)
Μαστίχα Χίου	δάκρυ	Διάφορα μεγέθη	Ένωση Μαστιχοπαραγωγών, Χίος Φυσική ρητίνη , περιέχει αιθέρια έλαια 1-3%
Κερι παραφίνης	τεμάχιο	Διάφορα μεγέθη	Merck KgaA 64271 Darmstaadt, Germany. Batch No K 2470051734. Τήξη: 46oC- 48° C

* χωρίς ζάχαρη ** με ζάχαρη

τα άλλα έξι, τρεις άνδρες και τρεις γυναίκες ανήκαν στην τρίτη ηλικία και ήταν από 65 έως 69 ετών.

Όλα τα άτομα που ανήκαν στην πρώτη ομάδα των νέων ενηλίκων ήταν ενόδοντες. Είχαν πλήρη φυσικό φραγμό χωρίς πρόωρες επαφές, με καλή σύγκλειση και χωρίς μυϊκό πόνο.

Τα άτομα που ανήκαν στη ομάδα της τρίτης ηλικίας παρουσίαζαν ένα αντιπροσωπευτικό ευρύ φάσμα οδοντικών καταστάσεων. Δύο από αυτούς ήταν ολικά νωδοί και έφεραν λειτουργικά αποδεκτές ολικές οδοντοστοιχίες ηλικίας δύο ετών. Δύο ήταν ενόδοντες με πλήρη φυσικό φραγμό και καλή σύγκλειση, ένα έφερε στην άνω γνάθο οπίσθια μερική οδοντοστοιχία με ελεύθερα άκρα και 5 πρόσθια φυσικά δόντια και πλήρη φυσικό φραγμό στην κάτω γνάθο, και ένα άτομο έφερε στην άνω γνάθο ολική οδοντοστοιχία πέντε ετών λειτουργικά αποδεκτή και ακίνητη κατασκευή στην κάτω γνάθο με βραχύ οδοντικό τόξο. Όλα τα άτομα της ομάδας αυτής είχαν κοινό χαρακτηριστικό την ηλικία τους, την πρώτη της τρίτη ηλικίας. Η ομάδα αυτή θεωρήθηκε ομοιογενής ως προς την ηλικία.

Από όλους τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να υποδείξουν την πλευρά που προτιμούσαν για μάσηση και να χρησιμοποιήσουν αυτή την πλευρά σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Από κάθε υλικό (μαστίχες) χρησιμοποιήθηκαν τρία δείγματα με τυχαία σειρά για κάθε άτομο. Κάθε δείγμα μασήθηκε για 30 μασητικούς κύκλους. Όλα τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν βάρος περίπου 1,45gr. Ζυγίζονταν και φυλάσσονταν σε πλαστικές σακούλες που έκλειναν ερμητικά. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν $22 \pm 2^\circ \text{C}$ και η υγρασία $50 \pm 10\%$ σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Η ρευστότητα των διαφόρων τύπων μαστίχας μετρήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που προτείνεται στην προδιαγραφή της ADA No 19 για τα ελαστομερή υλικά²⁸. Η ρευστότητα μετρήθηκε με τη συμπίεση των δειγμάτων μαστίχας ανάμεσα σε δύο πλάκες από ειδικό αντικολλητικό υλικό (PTFE, $d=30\text{cm}$) με βάρος 7,5Kgr για 1min (Εικ. 1). Έτσι για κάθε

δείγμα μασημένης μαστίχας προέκυψε ένας δίσκος. Από κάθε δίσκο λήφθηκε δυσδιάστατη εικόνα με ψηφιακή κάμερα (Connectix, Quick Cam) χρησιμοποιώντας ανάλυση 640x480 και βάθος χρώματος 16bit. Πριν την αποθήκευση των εικόνων ως bmp φακέλων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, έγινε μείωση του βάθους χρώματος στο 1bit (μαύρο - άσπρο), για να μειωθεί ο θόρυβος και να φαίνονται με ευκρίνεια τα όρια της μαστίχας. Όλες οι μετρήσεις έγιναν σε μία συνεδρία για να υπάρχει η ίδια μεταχείριση για όλα τα δείγματα. Οι αποθηκευμένες εικόνες έπειτα αναλύθηκαν με τη βοήθεια ειδικού προγράμματος στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (G.U.M.S, Graphic Unbiased Measurement System © J.F. Prinz, 1997) και υπολογίστηκε το εμβαδόν των δίσκων σε pixels. Με τη βοήθεια αντικειμένου γνωστού εμβαδού υπολογίστηκε το εμβαδόν των δίσκων σε cm^2 . Το εμβαδόν των δίσκων σε cm^2 αποτελούσε τις ενδείξεις της ρευστότητας των δειγμάτων των διαφόρων τύπων μαστίχας μετά τη μάσηση.

Το ιξώδες υπολογίστηκε βάσει του μαθηματικού τύπου της υδροδυναμικής²⁹:

$$\eta = \frac{8FtV^2}{3\pi^3R^8}$$



Εικ. 1. Η ιδιοκατασκευή που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της ρευστότητας.

Πίνακας 2. Πυκνότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη	
Μαστίχα	Πυκνότητα (d)
Elma-f *	1,28
Elma-s **	1,35
Dentine-ice	1,24
Freedent	1,17
Wrigleys Double Mint	1,26
Φυσική μαστίχα Χίου	1,06
Κερί παραφίνης	1,00

* χωρίς ζάχαρη ** με ζάχαρη

όπου: F = Βάρος σε N (Newton) (στην παρούσα μελέτη 7,5Kgr = 73,575N), t = χρόνος εφαρμογής βάρους 60sec, V = όγκος μαστίχας σε m³, R = ακτίνα δίσκου μαστίχας σε m.

Για να υπολογιστεί ο όγκος μαστίχας γνωστής μάζας είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την πυκνότητα (d) της μαστίχας. Η πυκνότητα υπολογίστηκε βάσει της αρχής του Αρχιμήδη:

$$d = \frac{B_a}{B_a - B_v}$$

όπου: B_a = Βάρος μαστίχας (gr) στον αέρα, B_v = Βάρος μαστίχας (gr) στο νερό.

Στον πίνακα 2 φαίνονται οι πυκνότητες των μαστιχών που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

Βάσει λοιπόν του παραπάνω τύπου υπολογίστηκε το ιξώδες των δειγμάτων όλων των τύπων της μασημένης μαστίχας σε pa.sec.

ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Το εμβαδόν των δίσκων (cm²) όλων των δειγμάτων αποτέλεσε την εκτίμηση της ρευστότητας των διάφορων τύπων μασημένης μαστίχας και μαζί με την εκτίμηση του ιξώδους έδωσαν την συνολική εκτίμηση των μεταβολών που υφίσταται η ιξωδοελαστικότητα της μαστίχας με τη μάζηση.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS (v. 8.0, SPSS Inc., 1989-1997).

Το πείραμα θεωρήθηκε ως παραγοντικό («μαστίχα» x «άτομο»), με πειραματική μονάδα το κάθε δείγμα μαστίχας. Τα επίπεδα του κάθε παράγοντα ήταν: «άτομο»=12 και «μαστίχες»=7. Για κάθε συνδυασμό των επιπέδων των παραγόντων έχουμε 3 επαναλήψεις. Σύνολο 252 παρατηρήσεις.

Εφαρμόστηκε η Ανάλυση Διακύμανσης Δύο Παραγόντων με όριο εμπιστοσύνης 5%.

Ελέγχθηκε κατ' αρχάς αν η μάζηση επηρεάστηκε από το μεγάλο αριθμό των επαναλήψεων. Αποδείχτηκε ότι με τον τρόπο που σχεδιάστηκε το πείραμα (πλήρως τυχαιοποιημένο παραγοντικό σχέδιο) δεν βρέθηκαν διαφορές από δείγμα σε δείγμα και ούτε αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και των μαστιχών. Εξετάστηκε η κύρια επίδραση και η αλληλεπίδραση των σταθερών παραγόντων «μαστίχα (G)» «άτομο (S)» στις εξαρτημένες μεταβλητές «ρευστότητα - εμβαδόν δίσκων (A)» και «ιξώδες (η)».

Όσον αφορά στη μεταβλητή «ρευστότητα (A)» βρέθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από άτομο σε άτομο (p=0,00) και από μαστίχα σε μαστίχα (p=0,00).

Ανιχνεύτηκε όμως και αλληλεπίδραση δεύτερης τάξης «άτομο*μαστίχα (S*G)» (p=0,00). Οι κύριες αυτές επιδράσεις αλλά και η αλληλεπίδραση επηρέασαν το 86% των περιπτώσεων (R²=0,86).

Η αλληλεπίδραση δεύτερης τάξης «άτομο*μαστίχα (S*G)» ελέγχθηκε περαιτέρω ως προς δύο κατευθύνσεις: για κάθε άτομο ελέγχθηκαν όλοι οι συνδυασμοί των μαστιχών και για κάθε μαστίχα όλοι οι συνδυασμοί των ατόμων. Οι έλεγχοι αυτοί έγιναν με έλεγχο t κατανομής ανεξαρτήτων δειγμάτων σε όριο εμπιστοσύνης 0,05/αριθμός παρατηρήσεων κάθε φορά. Όλα τα άτομα βρέθηκαν να έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε όλες τις μαστίχες. Οι μαστίχες Elma χωρίς ζάχαρη και φυσική μαστίχα της Χίου αποτέλεσαν μία ομάδα όπου δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε όλα τα άτομα, όπως επίσης και οι Dentine-ice με τη Freedent αποτέλεσαν μία δεύτερη ομάδα όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές

διαφορές μεταξύ των δύο αυτών ομάδων. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων για την Elma με ζάχαρη και την Wrigleys Double Mint. Η παραφίνη παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων.

Όσον αφορά στη μεταβλητή «ιξώδες (η)» βρέθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από άτομο σε άτομο ($p=0,00$) και από μαστίχα σε μαστίχα ($p=0,00$). Ανιχνεύτηκε και αλληλεπίδραση δεύτερης τάξης «άτομο*μαστίχα (S*G)» ($p=0,00$). Οι κύριες αυτές επιδράσεις αλλά και η αλληλεπίδραση επηρέασαν το 86% των περιπτώσεων ($R^2=0,88$).

Η αλληλεπίδραση «άτομο*μαστίχα (S*G)» ελέγχθηκε ως προς δύο κατευθύνσεις: για κάθε άτομο ελέγχθηκαν όλοι οι συνδυασμοί των μαστιχών και για κάθε μαστίχα όλοι οι συνδυασμοί των ατόμων. Οι έλεγχοι αυτοί έγιναν με έλεγχο t κατανομής ανεξαρτήτων δειγμάτων με όριο εμπιστοσύνης 0,05/αριθμός παρατηρήσεων κατά περίπτωση. Όλα τα άτομα βρέθηκαν να έχουν διαφορές μεταξύ τους σε όλες τις μαστίχες. Οι μαστίχες Elma χωρίς ζάχαρη και φυσική μαστίχα της Χίου αποτέλεσαν μία ομάδα, όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για τη Dentine-ice και τη Freedent. Ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων αυτών. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων για την Elma με ζάχαρη και την παραφίνη, αλλά όχι για τη Wrigleys Double Mint. Στον πίνακα 3 φαίνεται η σειρά κατάταξης της ρευστό-

τητας, του ιξώδους και της πυκνότητας από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη των μέσων όρων των δειγμάτων του κάθε τύπου μασημένης μαστίχας. Από τον πίνακα αυτό φαίνεται η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, η φύση της οποίας προσδιορίστηκε με γραμμική παλινδρόμηση και συσχέτιση (όριο εμπιστοσύνης 5%).

Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης βρέθηκε υψηλός και αρνητικός (βαθμός έντασης = -0,94). Δηλαδή, όσο μεγαλώνει η ρευστότητα, μειώνεται το ιξώδες.

Το γραμμικό μοντέλο που προσδιορίστηκε για όλες τις μαστίχες είναι:

$$\text{Log } \eta = 14,878 + (-0,94) * \text{ρευστότητα} \\ (\text{εμβαδόν σε cm}^2)$$

$$p=0,00 \quad R=0,94 \quad R^2=0,89$$

Για την ολοκλήρωση της ανάλυσης των αποτελεσμάτων, επειδή η ρευστότητα και το ιξώδες αποτελούν συνάρτηση του βάρους, ελέγχθηκε η διαφορά των αρχικών βαρών των δειγμάτων όλων των μαστιχών με τα βάρη που καταγράφηκαν μετά τη μάσηση. Στον πίνακα 4 φαίνονται οι διαφορές των μέσων όρων των αρχικών βαρών και των τελικών μετά τη μάσηση. Οι μέσοι όροι των μαστιχών μετά τη μάσηση έχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Τέλος εξετάστηκε εάν ο παράγοντας ηλικία επέδρασε στη ρευστότητα και στο ιξώδες.

Η Ανάλυση Διακύμανσης (όριο εμπιστοσύνης 5%) έδειξε ότι ο παράγοντας ηλικία επηρεάζει τη ρευστότητα και το ιξώδες ($p=0,00$), αλλά σε μικρό ποσοστό (0,09%). Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ ηλικίας και μαστιχών

Πίνακας 3. Σειρά κατάταξης των υλικών σε φυσικά χαρακτηριστικά

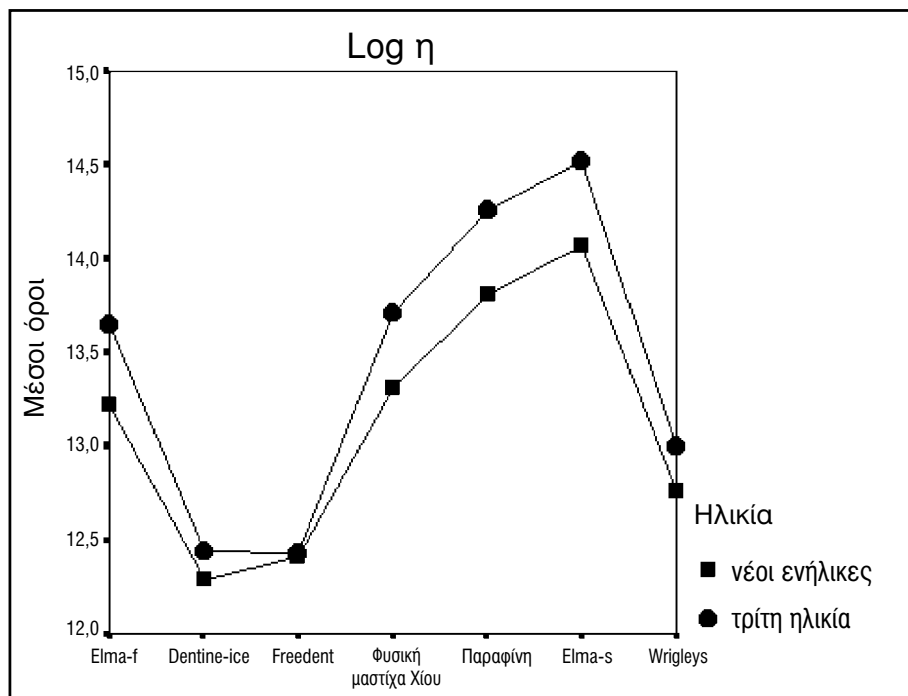
Μαστίχες	Ρευστότητα (cm ²)	Ιξώδες (Log η)	Πυκνότητα (d)
Elma-f *	6 (5,34)	4 (13,43)	2 (1,28)
Elma-s **	7 (3,30)	1 (14,25)	1 (1,35)
Dentine-ice	2 (10,93)	7 (12,36)	4 (1,24)
Freedent	1 (12,01)	6 (12,41)	5 (1,17)
Wrigleys Double Mint	3 (9,18)	5 (12,85)	3 (1,26)
Κερί παραφίνης	5 (5,62)	2 (14,03)	7 (1,00)
Φυσική μαστίχα Χίου	4 (7,49)	3 (13,50)	6 (1,06)

* χωρίς ζάχαρη ** με ζάχαρη

($p=0,47$). Αυτά ισχύουν στο 73% των περιπτώσεων ($R^2=0,731$). Στην εικόνα 2 φαίνεται το προφίλ του ιξώδους μεταξύ των δύο ηλικιακών ομάδων που συμμετείχαν στη μελέτη. Έγιναν επίσης διαγράμματα διασποράς της ρευστότητας και του ιξώδους κατά ηλικιακές ομάδες για να εντοπιστούν καλύτερα οι διαφορές μεταξύ των μαστιχών (Εικ. 3 και 4).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μαστίχα είναι ένα υλικό με ιξωδοελαστική υφή. Η ρευστότητα αποτελεί μία ιδιότητα που σχετίζεται με το ιξώδες κάθε ελαστικού υλικού. Η ρευστότητα έχει άμεση σχέση με το βάρος της μαστίχας μετά τη μάσηση. Το τελικό τους βάρος είναι συνάρτηση της ζάχαρης ή των γλυκαντικών που έχουν απομακρυνθεί με τη μάσηση, αλλά και της ποσότητας του σάλιου που εγκλωβίζεται σε αυτήν. Εξαρτάται επίσης από τον τύπο μάσησης του κάθε ατόμου και τα υπόλοιπα φυσικά χαρακτηριστικά, όπως γεύση και υφή. Οι μαστίχες που είναι σε μορφή κουφέτου, όπως οι δύο Elma και η Dentine-ice, χάνουν περισσότερο βάρος από εκείνες που είναι σε μορφή ράβδου ή φύλλου, και



Εικ. 2. Προφίλ ιξώδους των δύο ηλικιακών ομάδων.

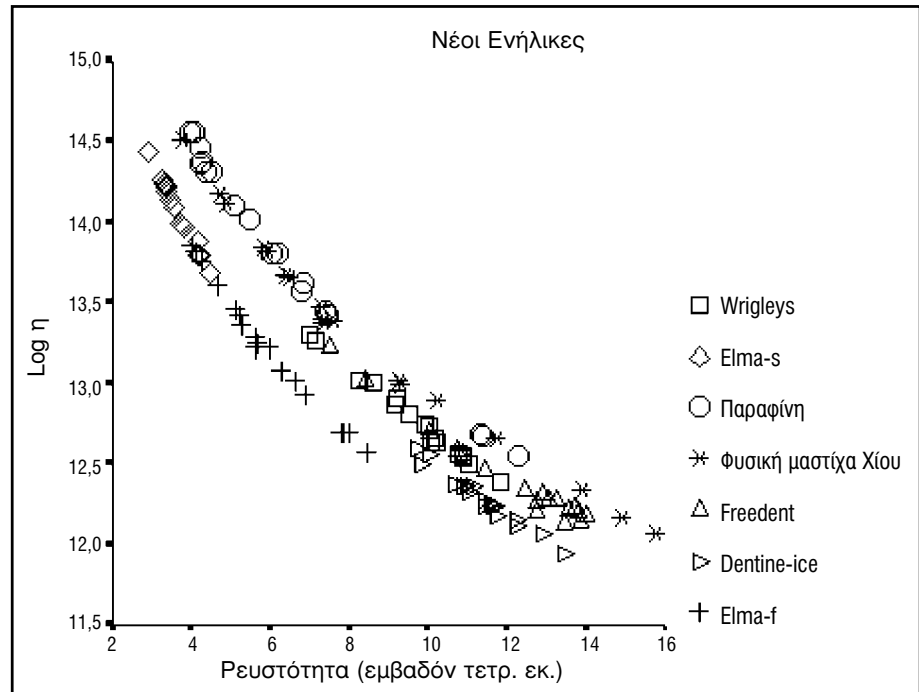
μάλιστα η Elma χωρίς ζάχαρη η οποία έχει και μεγάλη περιεκτικότητα σε ξυλιτόλη στο περίβλημά της. Η παραφίνη και η φυσική μαστίχα Χίου επειδή δεν έχουν ζάχαρη ή γλυκαντικό δεν χάνουν βάρος, αντίθετα εγκλωβίζουν σάλιο και το βάρος τους αυξάνεται. Παρατηρήθηκε ότι οι μαστίχες Elma χωρίς ζάχαρη και φυσική μαστίχα της Χίου, λόγω της φυσικής ρητίνης, ομαδοποιήθηκαν. Από τις συνθετικές τσίχλες η Dentine-ice και η Freedent ομαδοποιήθηκαν, όπως ήταν αναμενόμενο, μιας και οι δύο είναι συνθετικές μαστίχες χωρίς ζάχαρη. Είδαμε ότι η διαφορετική μορφή τους και το διαφορετικό περίβλη-

Πίνακας 4. Μέσοι όροι του βάρους (αρχικού, τελικού) των μαστιχών και η διαφορά βάρους μετά τη μάσηση			
Μαστίχες	Αρχικό βάρος	Τελικό βάρος	Διαφορά βάρους
Elma-f *	1,3305	0,9122	0,4183
Elma-s **	1,3456	0,9856	0,3600
Dentine-ice	1,4383	1,1560	0,2823
Freedent	1,4652	1,3872	0,0780
Wrigleys Double Mint	1,4829	1,4529	0,0300
Κερί παραφίνης	1,4949	1,5051	+0,0102
Φυσική μαστίχα Χίου	1,4965	1,5243	+0,0278

* χωρίς ζάχαρη ** με ζάχαρη

μα, η Dentine-ice με σκληρό περίβλημα από γλυκαντικά και η Freedent με περίβλημα σκόνης από γλυκαντικά δεν επηρέασαν τη ρευστότητα σε σημείο να ανιχνευτούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αντίθετα η Elma χωρίς ζάχαρη, αν και τσίχλα, διαφοροποιήθηκε από τις άλλες δύο χωρίς ζάχαρη τσίχλες επειδή περιέχει φυσική μαστίχα. Από τα διαγράμματα διασποράς, δηλαδή τις εικόνες 3 και 4, βλέπουμε ότι η Elma χωρίς ζάχαρη έχει υψηλότερο ιξώδες και μικρότερη ρευστότητα, η οποία δεν οφείλεται μόνο στη μικρό-

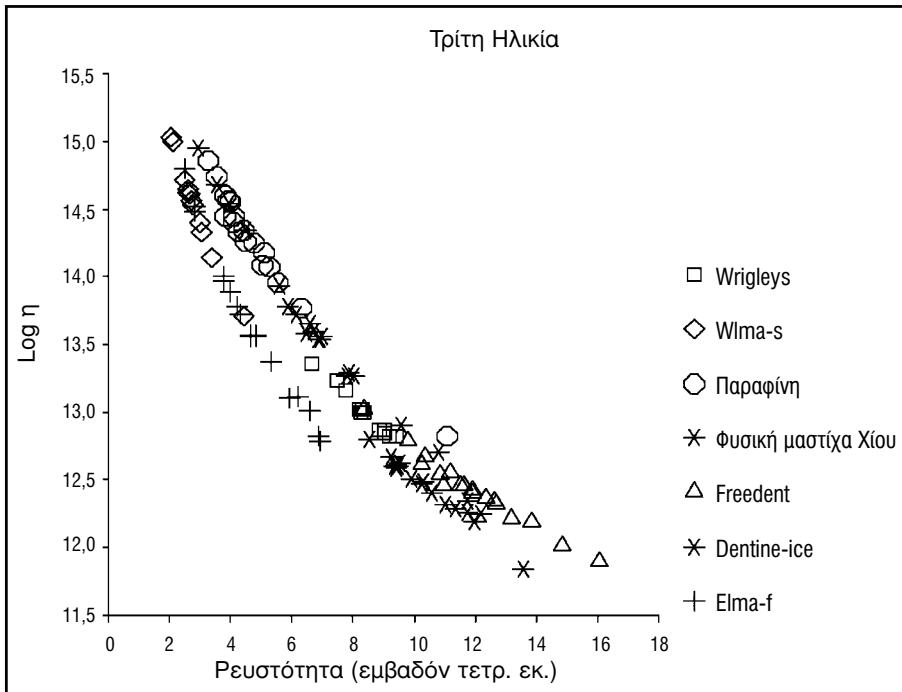
τερη μάζα αλλά στη μεγαλύτερη πυκνότητα που έχει σε σχέση με τις άλλες δύο μαστίχες χωρίς ζάχαρη. Η αίσθηση που έχουν τα άτομα που έχουν μασήσει και τις τρεις μαστίχες είναι ότι έχουν διαφορετική υφή κατά τη μάσηση, η Elma είναι σκληρότερη και δεν απλώνει εύκολα σε σχέση με τις άλλες δύο. Καμία από τις μαστίχες που χρησιμοποιήθηκαν δεν κολλούσε στα δόντια, είτε τεχνητά είτε φυσικά. Η Elma χωρίς ζάχαρη λοιπόν φαίνεται να υπερτερεί σε σχέση με τις άλλες δύο συνθετικές μαστίχες χωρίς ζάχαρη. Στατιστικά σημαντικές διαφορές έδωσε και η Elma με ζάχαρη σε όλα τα άτομα που πήραν μέρος στη μελέτη και φυσικά αυτό οφειλόταν στη φυσική μαστίχα Χίου που περιέχει. Δεν ομαδοποιήθηκε όμως με την Elma χωρίς ζάχαρη και τη φυσική μαστίχα Χίου. Αντίθετα, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με αυτές, τόσο στη ρευστότητα όσο και στο ιξώδες. Τα άτομα που πήραν μέρος στη μελέτη ανέφεραν ότι ήταν η πιο σκληρή μαστίχα από όλες, δεν άπλωνε καθόλου στο στόμα όταν τα δόντια έρχονταν σε επαφή. Το μεγάλο μειονέκτημα όμως είναι ότι είναι ζαχαρούχα και δεν συνιστάται σε άτομα της τρίτης ηλικίας που έχουν συστηματικά προβλήματα υγείας.



Εικ. 3. Διάγραμμα διασποράς μεταξύ των μαστιχών που μασήθηκαν από νέους ενήλικες.

Η τσίχλα Wrigleys, που ήταν η άλλη ζαχαρούχα μαστίχα, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων που μασήσαν τα δείγματα.

Η φυσική μαστίχα Χίου παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις διεθνείς συνθετικές τσίχλες χωρίς ζάχαρη, ομαδοποιήθηκε με την Elma χωρίς ζάχαρη, αλλά η διαφοροποίηση στη υφή που παρουσίασε μεταξύ των διαφόρων τεμαχίων λόγω της φυσικής προέλευσης την καθιστά μη αντιπροσωπευτική. Υπάρχει ανάγκη να σταθεροποιηθεί η υφή των εμπορικών σκευασμάτων της φυσικής μαστίχας Χίου, διότι προς το παρόν το κάθε κομμάτι έχει τις δικές του προδιαγραφές. Η φυσική ρητίνη όμως είναι ένα υλικό σκληρό που έχει μικρή ρευστότητα και δεν απλώνει στα δόντια, έχει υψηλό ιξώδες που δεν επιτρέπει την εύκολη αναδίπλωση μέσα στο στόμα μεταξύ των δοντιών. Αξιολογήθηκε διαμέσου της Elma με ζάχαρη, αφού στους 30 μασητικούς κύκλους όλο το ζαχαρούχο περίβλημα είχε λιώσει και είχε απομείνει μόνο η βάση της ρητίνης. Ήταν και η μόνη μαστίχα η οποία παρουσίασε συνοχή και μικρές αποκλίσεις στις τιμές της ρευστότητας και του ιξώδους. Το βάρος επίσης παρουσίασε



Εικ. 4. Διάγραμμα διασποράς μεταξύ των μαστιχών που μασήθηκαν από άτομα τρίτης ηλικίας.

μικρές μη σημαντικές αυξομειώσεις πράγμα το οποίο υπονοεί ότι λόγω του υψηλού ιξώδους, της υψηλής πυκνότητας και της μικρής ρευστότητας, δεν εγκλωβίζει μεγάλη ποσότητα σάλιου. Πιθανόν να είναι το σκληρό ζαχαρούχο περιβλήμα το οποίο προστατεύει τη φυσική μαστίχα της Χίου από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Δείχνει όμως ότι η βάση αυτή της ρητίνης είναι ένα σταθερό υλικό που μπορεί να ανιχνεύσει διαφορές ανάμεσα σε άτομα που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες οδοντικής κατάστασης και ηλικίας.

Στις εικόνες 3 και 4 φαίνεται πόσο μεγάλη συνοχή παρουσιάζουν οι τιμές της ρευστότητας και του ιξώδους και πόσο μικρή διαφοροποίηση υπάρχει μεταξύ των ατόμων και στις δύο ηλικιακές ομάδες.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η τρίτη ηλικία, που παρουσιάζει μεγάλη συνοχή παρόλο το ευρύ φάσμα οδοντικής κατάστασης. Παρατηρώντας την εικόνα 2, βλέπουμε ότι υπάρχει μία διαφοροποίηση στο ιξώδες των δειγμάτων της μαστίχας μετά τη μάσηση μεταξύ των ατόμων της τρίτης ηλικίας και των νέων ενοδόντων. Η μεγαλύτερη απόκλιση παρουσιάστηκε στην Elma με ζάχαρη, στην ουσία τη σταθερή βάση της φυσικής μαστί-

χας Χίου, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στο ότι εγκλωβίζεται λιγότερο σάλιο και πιθανώς και πιο αργό μάσημα. Η Freedent είναι η ευκολότερη από όλες, δεν παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων. Η απόκλιση είναι επίσης μεγαλύτερη στην Elma χωρίς ζάχαρη σε σχέση με τις υπόλοιπες διεθνείς συνθετικές μαστίχες. Στην εικόνα αυτή φαίνεται επίσης καθαρά ότι η βάση της φυσικής μαστίχας Χίου (Elma-s) έχει υψηλότερο ιξώδες από το κέρι της παραφίνης. Και τα δύο αυτά υλικά εμφανίζουν διακριτά τις διαφορές ανάμεσα στα άτομα

των δύο ομάδων, αλλά η βάση της φυσικής μαστίχας της Χίου υπερτερεί στο γεγονός ότι επειδή έχει μεγαλύτερη πυκνότητα χρειάζεται μικρότερος όγκος υλικού να μασηθεί και μπορεί πιο εύκολα να ελεγχθεί στο στόμα από άτομα που φέρουν κινητές προσθετικές συσκευές.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Οι μαστίχες που κυκλοφορούν στο εμπόριο παρουσιάζουν διαφορές στην ιξωδοελαστικότητά τους, οι οποίες οφείλονται στη διαφορετική πυκνότητά τους, στη διαφορετική ρευστότητα, αλλά και στο διαφορετικό ιξώδες.

2. Η ιξωδοελαστικότητα επηρεάζεται και από τη διαδικασία της μάσησης. Από το ποσό του σάλιου που εγκλωβίζεται στη μάζα κατά τη διάρκεια της μάσησης που είναι συνάρτηση της πυκνότητας του υλικού και της ρευστότητας, αλλά και το ποσοστό των γλυκαντικών και της ζάχαρης που διαλύονται κατά τη μάσηση.

3. Η ιξωδοελαστικότητα επηρεάζεται επίσης και από την ηλικία των ατόμων.

4. Η Elma χωρίς ζάχαρη διαφοροποιήθηκε σε σχέση με τις υπόλοιπες εμπορικές συνθετικές μαστίχες ως προς τη ρευστότητα και το

ιξώδες, δείχνοντας στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων όσο και μεταξύ των ατόμων που ανήκαν στην ίδια ομάδα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι περιέχει φυσική μαστίχα.

5. Η βάση της φυσικής μαστίχας Χίου που απομένει μετά την απομάκρυνση του ζαχαρούχου περιβλήματος της παραδοσιακής Elma με ζάχαρη παρουσίασε τις μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των ατόμων, ενώ είχε και το πλεονέκτημα της μεγαλύτερης συνοχής και σταθερότητας.

6. Η φυσική μαστίχα Χίου, όπως σήμερα κυκλοφορεί ως εμπορικό σκεύασμα, εμφανίζει μεγάλη ποικιλομορφία στην πυκνότητα, στη ρευστότητα και στο ιξώδες.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες τους στο Υπουργείο Αιγαίου, το οποίο χρηματοδότησε την έρευνα αυτή (ΑΠ: ΔΠΑ/Φ.229.4/11543/97).

SUMMARY

ANASTASSIADOU V., SIOVAS S.

MODULATION OF CHEWING RHYTHMS TO CHANGES IN VISCOELASTICITY OF CHEWING GUMS IN PEOPLE WITH DIFFERENT AGE AND DENTAL STATUS

STOMATOLOGIA 2002,59(1): 39-49

Viscoelasticity is a fundamental physical characteristic of food texture. Rheological changes in terms of consistency and viscosity could be evaluated to provide useful information about the modulation of chewing. Chewing gums have a special place as test foods and have been used as such for years. Six commercially available chewing gums were used to assess human "subjects" response to gum of different rheological characteristics. Parafin wax was used as a control material. Six elderly subjects presenting a wide range of dental status and six dentate younger adults, all

living independently participated in the study. A simple bench test for measuring the consistency of chewed gum samples was used for the evaluation of viscoelastic changes during chewing. Data revealed patterns of relationships between the rheological characteristics of various gums and the modulation of chewing in people from different age groups. This study established a simple non-invasive test requiring no special equipment. It offers a valuable key for evaluating rheological changes in chewed pieces of gums from different sources. It was validated for describing main effects and interaction of different factors related to rheological changes and chewing behaviour in subjects with different age and dental status.

KEY WORDS: Viscoelasticity, Rheology, Chewing gums, Mastication.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. HEATH MR, ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΟΥ Β. Μάσηση, το θεμελιώδες αντανακλαστικό που προσφέρει ευχαρίστηση και η συμβολή της μαστίχας στη μελέτη της. Μαστίχα της Χίου. Παράδοση και Σύγχρονες Πρακτικές. *Διεθνές Συμπόσιο, 3-5 Οκτωβρίου 1997, Υπουργείο Αιγαίου, 1997: 39-51*
2. BATES JF, STAFFORD GD, HARRISON A. Masticatory function. A review of the literature II. Speed of movement, rate of chewing and forces developed in chewing. *J Oral Rehabil 1975,2: 349-361*
3. BATES JF, STAFFORD GD, HARRISON A. Masticatory function. A review of the Literature III. Masticatory Performance and Efficiency. *J Oral Rehabil 1976,3: 57-67*
4. AGRAWAL KR, LUCAS PW, PRINZ JF, BRUCE IC. Mechanical properties of foods responsible for resisting food breakdown in human mouth. *Arch Oral Biol 1997,42: 1-9*
5. HYDE RJ, WITHERLY SA. Dynamic contrast: a sensory contribution to palatability. *Appetite 1993,21: 1-16*
6. MIOCHE L, BOURDIOL P, MARTIN JF, NOEL Y. Variations in human masseter and temporalis muscle activity related to food texture during free and side-imposed mastication. *Arch Oral Biol 1999,44: 1005-1012*
7. DREWNOWSKI A. Taste preferences and food intake. *An Ren Nutr 1997,17: 237-253*

8. TEPPER BJ, NURSE RJ. Prop taster status is related to fat perception and preference. *Ann N Y Acad Sci* 1998,855: 802-804
9. ROLLS BJ, Mac DERMO HTM. Effects of age on sensory-specific satiety. *Am J Clin Nutr* 1991,54: 988-1006
10. BISHOP B, PLESH O, Mac CALL WD. Effects of chewing frequency and bolus hardness on Human Incisor Trajectory and Masseter Muscle Activity. *Arch Oral Biol* 1990,35: 311-318
11. KAZAZOGLU E, HEATH MR, MULLER F. A simple test for determination of the preferred chewing side. *J Oral Rehabil* 1994,21: 723-724
12. KLINEBERG I. Occlusion; Principles and Assessment. 2nd ed. *John Wright, Oxford*, 1993: 19-47
13. LUND JP, OLSSON KA. The importance of reflexes and their control during jaw movement. *J Trends in Neuroscience* 1983,6: 458-463
14. PROSCHEL P, HOFFMAN M. Frontal chewing patterns of the incisor point and their dependence on resistance of food and type of occlusion. *J Prosthet Dent* 1988,59: 617-624
15. LIEDBERG B, ÖWALL B. Oral bolus kneading and shaping measured with chewing Gum. *Dysphagia* 1995,10: 101-106
16. EDGAR WM, O'MULLANE DM (Ed). Saliva and Dental Health. 2nd ed. *British Dental Association, London*, 1996: 27-41
17. ROSENHEIK M, MACPHERSON LMD, DAWEST C. The effects of chewing-gum stick size and duration of chewing on salivary flow rate and sucrose. *Arch Oral Biol* 1993,38: 885-891
18. CHRISTENSEN LV, RADUE JT. Lateral preference in mastication. A feasibility study. *J Oral Rehabil* 1985,12:421-427
19. ANASTASSIADOU V. The evaluation of physical properties of chewing gums as test foods or the study of mastication. *MSc Thesis, University of London*, 1997
20. MATSUI Y, OHNO K, MICHI K, HATA H, YAMAGATA K, OHTSUKA S. The evaluation of masticatory function with low adhesive colour-developing chewing gums. *J Oral Rehabil* 1996,23: 251-256
21. PLESH O, BISHOP B, Mac CALL W. Effect of gum hardness on chewing pattern. *J Experimental Neurology* 1986,92: 502-512
22. PLESH O, BISHOP B, Mac CALL W. Mandibular movements and jaw muscles; activity while voluntarily chewing at different rates. *J Experimental Neurology* 1987,98: 285-300
23. PLESH O, BISHOP B, Mac CALL WD Jr. Comparison of automatic and voluntary chewing patterns and performance. *J Experimental Neurology* 1988,99: 326-341
24. PLESH O, BISHOP B, Mac CALL WD Jr. Effects of chewing frequency and bolus hardness on human incisor trajectory and masseter muscle activity. *Arch Oral Biol* 1990,35: 311-318
25. PLESH O, BISHOP B, Mac CALL WD Jr. Kinematics of jaw movements during chewing at different frequencies. *J Biomechanics* 1993,26: 243-250
26. PLESH O, BISHOP B, Mac CALL W. Patterns of jaw muscle activity during voluntary chewing. *J Oral Rehabil* 1996,23: 262-269
27. SHEPHARD DA. The 1975 Declaration of Helsinki and consent. *Can Med Assoc J* 1976,118: 1191-1192
28. ADA. Specification No 19 for elastomeric materials. Reports of Councils and Bureaus. *JADA* 1977,94: 733-741
29. BRADEN M. Viscosity and consistency of impression rubbers. *J Dent Res* 1967,46: 429-433

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:

Βασιλική Αναστασιάδου

Επίκουρη Καθηγήτρια

Εργαστήριο Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθητικής
Οδοντιατρικό Τμήμα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

540 06 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ