



Συγκριτική μελέτη της επίδρασης της *in vitro* και *in vivo* γήρανσης στη μορφολογία, μικροδομή και στοιχειακή σύνθεση ορθοδοντικών συρμάτων κράματος νικελίου-τιτανίου

Σ. ΖΗΝΕΛΗΣ*, Μ. ΜΑΚΟΥ**, Χ. ΓΚΙΟΚΑ*, Θ. ΗΛΙΑΔΗΣ*

* Εργαστήριο Βιοϊλικών, Οδοντιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

** Εργαστήριο Ορθοδοντικής, Οδοντιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Comparative study of the effect of *in vitro* and *in vivo* aging on morphology, microstructure and elemental composition of nickel-titanium orthodontic archwires

S. ZINELIS*, M. MAKOU**, C. GIOKA*, T. ELIADES*

* Biomaterials Laboratory, School of Dentistry, University of Athens.

** Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of Athens.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΣΚΟΠΟΣ: Η συγκριτική μελέτη της μικροδομής, μορφολογίας και στοιχειακής σύνθεσης επανακτηθέντων και εργαστηριακά γηρασμένων συρμάτων.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ: Σύρματα NiTi επανακτήθηκαν μετά από ενδοστοματική παραμονή 2 μηνών σε 20 ορθοδοντικούς ασθενείς με πλήρη σειρά αγκυλίων, ενώ τα άλλα 20 παρέμειναν εμβαπτισμένα σε διάλυμα γαλακτικού οξέως 0.1 M για ίδιο διάστημα. Η μορφολογία μελετήθηκε με οπτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, η επιφανειακή στοιχειακή σύνθεση και μοριακή ανάλυση των εναποθέσεων με μικροανάλυση ακτίνων-X και υπέρυθη φασματοσκοπία αντίστοιχα, η σύνθεση της μάζας του σύρματος με φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων-X και η απελευθέρωση μεταλλικών ιόντων στο διάλυμα γήρανσης με φασματοσκοπία ατομικής εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Τα επανακτηθέντα σύρματα παρουσίασαν αδρή επιφάνεια με κρατήρες, εναποθέσεις καλίου και νατρίου, κατά τόπους σχηματισμό κρυστάλλων ασβεστίου φωσφόρου και προσρόφηση πρωτεϊνών και αλκοολών, σε αντίθεση με τα εργαστηριακά γηρασμένα που παρουσίασαν μια μικρή αύξηση της αδρότητας. Η μικροδομή των επανακτηθέντων συρμάτων παρουσίασε κατά τόπους καταστροφή του δικτύου των κρυσταλλομορφων μαρτενσιτικών σχηματισμών πιθανώς λόγω των φορτίων που αναπτύσσονται κατά τον εγκλωβισμό του σύρματος στην σχισμή του αγκυλίου, ενώ τα *in vitro* γηρασμένα δεν παρουσίασαν μεταβολές. Το περιεχό-

ABSTRACT

AIM: Comparative study of microstructure, morphology and elemental composition of archwires retrieved and aged *in vitro*.

MATERIAL AND METHOD: NiTi archwires were retrieved following a 2-month intraoral placement in 20 fully bonded orthodontic patients, whereas another 20 archwires were submerged in a 0.1 M lactic acid solution for the same time period. Morphology was studied with optical and scanning electron microscopy, elemental surface composition and molecular analysis of deposits were studied using X-ray microanalysis and ultra-red spectrometry, respectively; composition of wire mass was studied using fluorescent spectrometry and metal ion release in the aging solution was investigated using atomic emission spectrometry of inductively coupled plasma.

RESULTS: Retrieved archwires demonstrated rough surfaces with craters, K and Na deposits, localized formations of Ca-P crystals and absorption of proteins and alcohols, in contrast to archwires aged *in vitro* which presented a slight increase in roughness. The microstructure of retrieved wires demonstrated localized crystal network destruction of the martensitic formations, probably due to loads developing during wire engagement in the bracket slot; on the other hand, wires aged *in vitro* showed no change. Nickel wire content ranged from 47% to 53%. The aging solution showed higher ferrum concentration resulting from the manufacturing process and



μενο νικέλιο στα σύρματα κυμαινόταν από 47-53%. Το διάλυμα γήρανσης παρουσίασε υψηλότερη συγκέντρωση σιδήρου προερχόμενου από τη διαδικασία κατασκευής που αποδίδεται στην διαλυτότητά του σε σχέση με άλλα στοιχεία του κράματος, ενώ το νικέλιο και το τιτάνιο κυμάνθηκαν σε επίπεδα της τάξεως εκατοστού του ppm.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Η εργαστηριακή γήρανση των συρμάτων NiTi φαίνεται ότι δεν παρουσιάζει αντιστοιχία με την κλινική χρήση και ως εκ τούτου η εφαρμογή της δεν παρέχει κλινικά αξιολογήσιμες πληροφορίες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Σύρματα NiTi, γήρανση φασματοσκοπία, μικροδομή

Ελλ. Ορθοδ. Επιθ. 2003; 6: 45-58

Παρελήφθη: 07.06.2002 – Έγινε δεκτή: 10.02.2003

attributed to higher ferrum solubility in relation to other alloy elements; nickel and titanium were in the order of one hundredth ppm.

CONCLUSIONS: *It seems that in vitro aging of NiTi archwires is not comparable to their clinical aging. As a result, application of this process does not provide any clinically valuable information.*

KEY WORDS: *NiTi archwires, aging, spectrometry, microstructure*

Hel. Orthod. Rev. 2003; 6: 45-58

Received: 07.06.2002 – Accepted: 10.02.2003