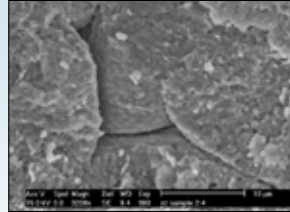


# The application of Raman spectroscopy for the study of phase transformation of dental zirconia



H. Papanagiotou<sup>1</sup>, G. Papavasiliou<sup>2</sup>, Ph. Kamposiora<sup>2</sup>,  
A. Doukoudakis<sup>2</sup>

Zirconia ceramics, nowadays, are characterized as very interesting clinically useful materials. They are used in a large number of applications in industry and in medical fields. However, the metastability of zirconia and its related structural performance depend on microstructural characteristics of the material. Various mechanical applications, heat processing and a humid environment are able to cause structural degradation. That is why this ceramic material is still under close investigation.

In dentistry, zirconia ceramics were initially introduced for metal-free restorations on posterior teeth. A mixture mainly of Zirconia ( $ZrO_2$ ) and alumina stabilized with Yttrium has been used as a conventional material for dental and medical restorations. The initial excitement with these ceramics was questioned since the early 80's, due to the consideration of an undesirable and unusual behavior of zirconia ceramics at low temperatures that could limit their use. The presence of water or a humid environment at relatively low temperatures could cause stabilized tetragonal zirconia to transform to the monoclinic phase. This phenomenon, called low-temperature degradation (LTD), is related to the metastability of the tetragonal phase at room temperature and is responsible for micro and macro cracking of the material, loss of strength and deterioration of mechanical properties, as a result of the acceleration of grain growth and reduction in density.

Raman spectroscopy can be used for analysis of the microstructure and for chemical identification and quantification of biological and synthetic materials. The method possesses several advantages over IR absorption and x-ray diffraction (XRD), such as simple sample preparation, easy spectral/band analysis and linear-response to mineral and chemical compositions.

In this paper, recent applications of Raman spectroscopy in the study of zirconia ceramics and their microstructure metastability are reviewed.

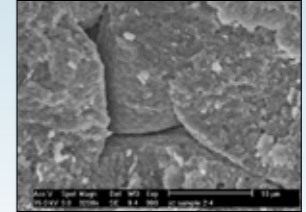
**Key words:** Zirconia ceramics, Raman spectroscopy, phase transformation.

Odontostomatological Progress 2011, 65 (3): 440-450

1. DDS, MSD, CAGS
2. DDS, MSc, Dr.Dent

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, National and Kapodistrian University of Athens,  
2 Thivon Str., Goudi, 115 27 Athens

# Η φασματοσκοπία Raman στη μελέτη του μετασχηματισμού φάσεων της οδοντιατρικής ζιρκονίας



Χ. Παπαναγιώτου<sup>1</sup>, Γ. Παπαβασιλείου<sup>2</sup>,  
Φ. Καμποσιώρα<sup>2</sup>, Α. Δουκουδάκης<sup>3</sup>

Η διερεύνηση της επιστήμης και τεχνολογίας της ζιρκονίας ( $ZrO_2$ ) έχει οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για ένα από τα πιο αξιοπρόσεκτα υλικά, λόγω των ποικίλων και ποικίλων εφαρμογών του και η εκμετάλλευσή του σε διάφορες τεχνολογικές και επιστημονικές εφαρμογές θεωρείται ουσιαστική. Ωστόσο, η μικροδομή της ζιρκονίας, οι ατέλειες που παρουσιάζει και ο πολυμορφισμός φάσεων που χαρακτηρίζει την κρυσταλλική της δομή, αποτελούν συστηματικά πεδία έρευνας.

Τα κεραμικά ζιρκονίας εισήχθησαν για χρήση στην οδοντιατρική για αποκαταστάσεις οπισθίων δοντιών, και συνήθως χρησιμοποιούν ένα μείγμα μερικώς σταθεροποιημένης ζιρκονίας ( $ZrO_2$ ), αλουμίνας και ενός σταθεροποιητικού παράγοντος, κυρίως Υτρίου, δημιουργώντας ένα πορώδες πλέγμα. Ο προβληματισμός ωστόσο, όσον αφορά τη σταθερότητα στη δομή των κεραμικών αυτών, υφίσταται από τις αρχές τις δεκαετίας του 80 και σχετίζεται με τον μετασχηματισμό κρυστάλλων ζιρκονίας από την τετραγωνική σε μονοκλινή φάση, στην επιφάνεια του κεραμικού, σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε υγρό περιβάλλον. Το φαινόμενο αυτό έχει συσχετιστεί με εκφυλισμό των μηχανικών ιδιοτήτων των κεραμικών ζιρκονίας, και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες.

Η Φασματοσκοπία Raman αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδο για τον χαρακτηρισμό της χημικής σύστασης και της δομής υλικών, καθώς και της επίδρασης τάσεων στο εσωτερικό της δομής τους, η οποία εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της εφαρμογής περίθλασης ακτίνων Χ (XRD) και της τεχνικής της φασματοσκοπίας υπερύθρου IR.

Στη δημοσίευσή αυτή, παρουσιάζονται τόσο πρόσφατες εφαρμογές Φασματοσκοπίας Raman στην μελέτη του χαρακτηρισμού φάσεων διάφορων μορφών ζιρκονίας, που χρησιμοποιούνται για βιομηχανικούς σκοπούς, όσο και εφαρμογές Raman σε υλικό ζιρκονίας που χρησιμοποιείται στην ορθοπεδική, αλλά και για εφαρμογές στην οδοντιατρική.

**Λέξεις ευρητηρίου:** Κεραμικό ζιρκονίας, φασματοσκοπία Raman, μετασχηματισμός κρυστάλλων

Οδοντοστοματολογική Πρόοδος 2011, 65 (3): 440-450

1. Οδοντίατρος
2. Επίκουρος Καθηγητής
3. Καθηγητής

Εργαστήριο Προσθετολογίας, Οδοντιατρική Σχολή Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών,  
Θηβών 2, Γουδί, 115 27 Αθήνα