

Ελληνική Ενδοδοντική Εταιρεία - Επίσημη Θέση

Το «σπασμένο εργαλείο»

Υπεύθυνος συγγραφής: Προύντζος Αλέξανδρος

Η ενδοδοντική θεραπεία είναι η κύρια οδοντιατρική κλινική πράξη μέσω της οποίας αντιμετωπίζεται ο πόνος και καθίσταται εφικτή η διατήρηση των φυσικών δοντιών για τη συνέχιση της αισθητικής και λειτουργικής τους αποστολής. Είναι μια απαιτητική και λεπτομερής θεραπευτική διαδικασία που, όταν τηρούνται οι βασικές αρχές, έχει να επιδείξει πολύ υψηλό ποσοστό επιτυχίας (*De Chevigny et al 2008*). Βασικό της στάδιο αποτελεί η χημικομηχανική επεξεργασία των ριζικών σωλήνων, που αποσκοπεί στην αφαίρεση του πολφικού ιστού και των υπολειμμάτων του σε δόντια με ζωντανό πολφό (*Paque et al 2009*) και στην αφαίρεση του νεκρωτικού πολφικού ιστού και μικροβίων σε άπολφα δόντια (*Sena et al 2006*). Σε δόντια τα οποία απαιτούν Επανάληψη (Επανεπέμβαση) σε προϋπάρχουσα ενδοδοντική θεραπεία, προαπαιτείται η αφαίρεση των εμφρακτικών υλικών από την πολφική κοιλότητα (*Zuolo 2014*).

Λόγω της ιδιαιτερότητας του επεμβατικού πεδίου (σύστημα ριζικών σωλήνων), το στάδιο αυτό παρουσιάζει μια σειρά δυσκολιών, οι οποίες ενδέχεται να οδηγήσουν σε ποικίλα ιατρογενή συμβάματα.

Συχνότητα

Ένα από τα συμβάματα είναι αυτό που στη διεθνή βιβλιογραφία περιγράφεται ως «**fractured** (ή **broken** ή **separated**) **file**» και στα Ελληνικά έχει επικρατήσει να λέμε «**σπασμένο εργαλείο**». Η συχνότητα του συγκεκριμένου συμβάματος κυμαίνεται στα παλαιότερα χρόνια, όταν η επεξεργασία γινόταν με ρίνες χειρός, μεταξύ 0.25 - 6% (*Crump and Nutkin 1970, Hülsmann and Schinkel 1999*). Φαίνεται πως η έλευση και καθιέρωση των μηχανοκινούμενων εργαλείων νικελίου - τιτανίου (NiTi) σίγουρα δε βελτίωσε το ποσοστό αυτό, το οποίο αναφέρεται μεταξύ 0.4 και 5% (*Spili et al 2005, Iqbal et al 2006, Tzanetakis et al*

2008). Αντίθετα, η ευρεία διάδοσή τους σε συνδυασμό με τον τρόπο λειτουργίας τους, όταν αυτός δεν ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες, έχει ενδεχομένως συμβάλει στο «φόβο του σπασμένου εργαλείου» σε επίπεδο γενικού οδοντιάτρου αλλά και ειδικού.

Αίτια θραύσης

Οι ρίνες χειρός Κ αστοχούν κυρίως λόγω πλαστικής παραμόρφωσης στα μικρά νούμερα και υπερφόρτισης στα μεγάλα (*Lambrianidis 2018*). Οι ρίνες Hedstrom αστοχούν λόγω πλαστικής παραμόρφωσης στα μικρά νούμερα ενώ τα μεγαλύτερα σπάνε από κόπωση (*Lambrianidis 2018, Zinelis & Margelos 2002*).

Η θραύση των μηχανοκινούμενων εργαλείων NiTi γίνεται με δύο βασικούς μηχανισμούς: **στιγμιαία υπερφόρτιση κατά την περιστροφή τους στο ριζικό σωλήνα** (*torsional failure*) και **κόπωση λόγω κυκλικής φόρτισης** (*cyclic fatigue*) (*Cheung 2007, McGuigan et al 2013*), με τα σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα να δίνουν περισσότερη βαρύτητα στον πρώτο (*Spanaki-Voreadi et al 2006, Shen et al 2009a, Kostis et al 2011*). Αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό φαινόμενο, με διάφορες παραμέτρους που ενδεχομένως να δρουν συνεργικά. Οι ανατομικές ιδιαιτερότητες του ριζικού σωλήνα (*Peters et al 2003*), τα χαρακτηριστικά του εργαλείου (*Alapati et al 2005, McSpadden et al 2007*), η ταχύτητα και η ροπή στρέψης (*Li et al 2002, Gambarini 2000*), η εμπειρία του επεμβαίνοντα (*Parashos et al 2004a*), αλλά και η τεχνική επεξεργασίας (*Roland et al 2002*) σχετίζονται στο σύνολό τους με τη θραύση του εργαλείου.

Πρόληψη

Ο οδοντίατρος είναι σε θέση να ελαχιστοποιήσει το ποσοστό θραύσης εργαλείων δίνοντας έμφαση στα ακόλουθα βασικά σημεία:

- Γνώση και μελέτη της ανατομίας των ριζικών σωλήνων σε συνδυασμό με τον απαραίτητο προεπεμβατικό κλινικό και ακτινογραφικό έλεγχο

- Αξιολόγηση του «επιπέδου δυσκολίας» του περιστατικού (*Booth 2003, McSpadden 2007*)
- Κατάλληλη διάνοιξη που να επιτρέπει ευθεία πρόσβαση των ενδοδοντικών εργαλείων
- Εξοικείωση με το χρησιμοποιούμενο σύστημα εργαλείων (*Zinelis and Margelos 2003*)
- Συμμόρφωση με τις οδηγίες του κατασκευαστή όσον αφορά την ταχύτητα και τη ροπή (*Li et al 2002*)
- Τήρηση της αλληλουχίας των μικροεργαλείων
- Παθητική λειτουργία (χωρίς άσκηση πίεσης κατά την ακρορριζική κατεύθυνση) (*Machtou and Martin 1997*)
- Έλεγχος για παραμορφώσεις (*Sattapan et al 2000*) και αποφυγή υπερχρήσης των εργαλείων (*Shen et al 2009*)
- Περιοδικός καθαρισμός των λεπίδων των μικροεργαλείων από τη συσσώρευση ρινισμάτων οδοντίνης (*Parashos et al 2004b*)
- Δημιουργία *glide path* (ομαλής πορείας από το στόμιο μέχρι το ακρορριζικό τρήμα) (*Berutti et al 2004*)
- Λειτουργία σε υγρό περιβάλλον (υγρά διακλυσμών) (*Boessler et al 2007*)

Αντιμετώπιση

Ωστόσο, ακόμη και όταν τηρούνται όλες οι κατευθυντήριες οδηγίες, η εξάλειψη του συμβάματος της θραύσης μικροεργαλείου αποτελεί προνόμιο μονάχα εκείνων που δεν ασχολούνται με το αντικείμενο της Ενδοδοντίας (*Madarati et al 2008*). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Grossman από το 1969 «όποιος κλινικός δεν έχει σπάσει κάποιο εργαλείο απλούστατα δεν έχει κάνει πολλές ενδοδοντικές θεραπείες». Επομένως, είναι σίγουρο πως κάθε κλινικός καλείται, λιγότερο ή περισσότερο συχνά, να αντιμετωπίσει περιστατικά στα οποία είτε σπάει ο ίδιος κάποιο εργαλείο είτε το συναντά σε ενδοδοντική θεραπεία που έχει παραγματοποιηθεί παλαιότερα (ολοκληρωμένη ή όχι).

Από τη στιγμή της αναγνώρισης του συμβάματος, ο οδοντίατρος θα χρειαστεί ένα ή περισσότερα οπισθοφατνιακά ακτινογραφήματα και στη συνέχεια θα πρέπει να αποφασίσει για τα επόμενα βήματα, λαμβάνοντας υπόψη κάποιες σημαντικές παραμέτρους. Αυτές αφορούν:

- το δόντι (τύπος, θέση, ανατομία, πάχος οδοντίνης)
- το εργαλείο (τύπος, υλικό, μήκος, θέση που βρίσκεται μέσα στο ριζικό σωλήνα σε σχέση με την κάμψη)
- το στάδιο της επεξεργασίας που συνέβη η θραύση
- την εμπειρία και τον εξοπλισμό του
- τον ασθενή (διάνοιξη στόματος, επιθυμίες, ψυχολογία).

Lambrianidis 2018

Αξίζει να σημειωθεί πως το σύμβαμα δεν προσδίδει χαρακτήρα κατεπείγοντος στο περιστατικό.

Η αντιμετώπιση στη συνέχεια μπορεί να είναι:

- **Καμία αντιμετώπιση:** σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει *ανάγκη* (απουσία κλινικών συμπτωμάτων και ακτινογραφικής παθολογίας σε δόντια που δεν πρόκειται να πραγματοποιηθεί οδοντιατρική εργασία) ή λόγος επέμβασης (δόντια που είναι ή θα καταστούν μη αποκαταστάσιμα)
- **Συντηρητική:** ανάλογα με τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν, η συντηρητική αντιμετώπιση μπορεί να περιλαμβάνει:

α) αφαίρεση του εργαλείου ή

β) παράκαμψη του εργαλείου, και προσπάθεια ολοκλήρωσης της χημικομηχανικής επεξεργασίας και έμφραξης στο επιθυμητό μήκος, και

γ) χημικομηχανική επεξεργασία και έμφραξη μέχρι το εργαλείο, σε περιπτώσεις που το α) και β) δεν είναι εφικτά.

Για τους παραπάνω σκοπούς έχει αναπτυχθεί μια πληθώρα τεχνικών και συσκευών, η αναλυτική παρουσίαση των οποίων δεν είναι στους στόχους του παρόντος άρθρου.

- **Χειρουργική:** Ο χρόνος και το είδος της χειρουργικής ενδοδοντίας που θα επιλεγεί καθορίζεται από πολλούς παράγοντες καθοριστικής σημασίας μεταξύ των οποίων είναι η κλινική συμπτωματολογία, η θέση του θραύσματος στο ριζικό σωλήνα και η θέση του δοντιού στον φραγμό.
- **Αναφύτευση**
- **Εξαγωγή.**

Σε κάθε περίπτωση, αυτό που έχει σημασία είναι πως στη συντριπτική τους πλειονότητα τα περιστατικά αυτά είναι αντιμετωπίσιμα.

Πρόγνωση

Πράγματι, όπως καταδεικνύει η βιβλιογραφία, η **θραύση ενός μικροεργαλείου καθαυτή δε φαίνεται να μειώνει σημαντικά την πρόγνωση ενός ενδοδοντικά θεραπευμένου δοντιού, ειδικότερα όταν δεν προϋπάρχει μόλυνση στο ριζικό σωλήνα ή το εργαλείο έσπασε σε τελικό στάδιο της χημικομηχανικής επεξεργασίας (Panitsvai et al 2010).** Στην παραπάνω μετα-ανάλυση τονίζεται πως το ποσοστό επιτυχίας μειώνεται σημαντικά στις περιπτώσεις όπου προϋπάρχει περιακρορριζική παθολογία, **μονάχα όμως στο βαθμό που η παρουσία του εργαλείου εμποδίζει τον καθαρισμό και απολύμανση του ριζικού σωλήνα.**

Κατά συνέπεια, η επιλογή του τρόπου αντιμετώπισης του συμβάματος θα πρέπει να στοχεύει στην καλύτερη δυνατή πρόγνωση του δοντιού και το όφελος του ασθενούς και όχι κατ' ανάγκη στην αφαίρεση του εργαλείου, λαμβάνοντας μάλιστα υπόψη πως η διαδικασία της αφαίρεσης εγκυμονεί κινδύνους, όπως διάτρηση, δημιουργία βάρους, μετατόπιση του ριζικού σωλήνα, νέο σπασμένο εργαλείο, εξασθένηση του δοντιού ή και κάταγμα (*Lambrianidis 2001, Hülsmann and Schäfer 2009, Solomonov et al 2014, Yang et al 2017*).

«Ο δαίμων του μικροεργαλείου»

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σχολιαστεί η, σε μεγάλο βαθμό ακατανόητη, δυσαρμονία ανάμεσα στα παραπάνω επιστημονικά δεδομένα και την αντίληψη που

κυριαρχεί στην καθημερινή οδοντιατρική πράξη απέναντι στο «σπασμένο εργαλείο». Παρατηρείται δηλαδή μια «δαιμονοποίηση» του συγκεκριμένου συμβάματος, η οποία οδηγεί σε δυσάρεστες καταστάσεις και διαταράσσει τις αρμονικές σχέσεις ασθενή - οδοντιάτρου. Δυστυχώς, η ευθύνη για το φαινόμενο αυτό δε βαρύνει κυρίως τους ασθενείς, οι οποίοι σε τελική ανάλυση περιμένουν από τον οδοντίατρό τους να ενημερωθούν για την κατάσταση των δοντιών τους, αλλά εμάς τους ίδιους.

Αβίαστα γεννιέται λοιπόν το ερώτημα: από πού έχει προκύψει αυτή η διαφορετική αντιμετώπιση του συγκεκριμένου συμβάματος σε σχέση με τα υπόλοιπα (διάτρηση, μετατόπιση, δημιουργία βάρους, υπο- και υπερέμφραξη, κ.α.), από τη στιγμή μάλιστα που κάτι τέτοιο δεν προκύπτει σε καμία περίπτωση από τη βιβλιογραφία; Ίσως, στην προσπάθεια να δοθεί απάντηση, θα πρέπει κανείς να καταφύγει σε περίεργες εξηγήσεις όπου η φράση «έμεινε ένα εργαλείο στο δόντι» παραπέμπει συνειρμικά στο χειρουργό που «ξέχασε τη λαβίδα μέσα στην κοιλιά»!

Η επίδραση της παρουσίας του μικροεργαλείου μέσα στο ριζικό σωλήνα μπορεί να αναλυθεί ως προς δύο παραμέτρους. Η πρώτη είναι η πιθανότητα διάβρωσης ενός εργαλείου στο εσωτερικό του ριζικού σωλήνα με το πέρασμα του χρόνου, όπου η έρευνα δείχνει πως κάτι τέτοιο δε φαίνεται να συμβαίνει (*Eleazer 1991*). Εξάλλου, καθημερινά στην Οδοντιατρική χρησιμοποιούνται μεταλλικά αντικείμενα (άξονες) σε μυλκότερο τμήμα του ριζικού σωλήνα. Η δεύτερη και σημαντικότερη παράμετρος αφορά την επίδραση του θραύσματος στον καθαρισμό - απολύμανση και τελικά στην πρόγνωση της ενδοδοντικής θεραπείας. Το ερώτημα αυτό έχει ήδη απαντηθεί. Αυτό που έχει μεγάλη σημασία να τονιστεί είναι πως **η παρουσία ενός μικροεργαλείου εμποδίζει την επεξεργασία και την έμφραξη ακρορριζικότερα αυτού, κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο με ένα, για παράδειγμα, βάρσο που θα δημιουργηθεί** (*Ng et al 2011*). Τα ενδοδοντικά συμβάματα στο σύνολό τους δεν αποτελούν κατά κανόνα άμεσο αίτιο αποτυχίας της Ενδοδοντικής Θεραπείας· είναι πολύ καλά τεκμηριωμένο πως το αίτιο είναι η παρουσία μικροβίων (*Siqueira et al 2001*).

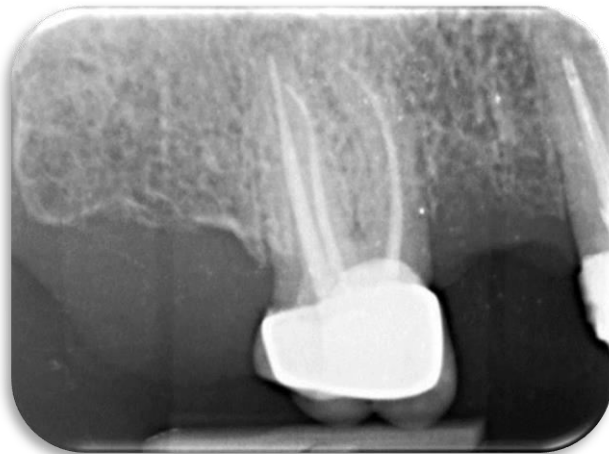
Συμπερασματικά, το «σπασμένο εργαλείο» μπορεί να συμβεί ακόμη κι αν κάποιος τηρεί όλες τις βασικές αρχές και τους κανόνες. Έχουμε την υποχρέωση να ενημερώσουμε τον ασθενή για αυτό, καθώς και για τις πιθανές θεραπευτικές επιλογές, είτε το σύμβαμα αφορά δικό μας είτε περιστατικό άλλων. Η ενημέρωση αυτή σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί «αποδοχή ή απόδοση ενοχής», και θα πρέπει να τονιστεί πως δε διαφέρει από την ενημέρωση που θα πρέπει να έχουν οι ασθενείς σε κάθε άλλη περίπτωση που μια θεραπευτική πράξη δεν είχε το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Ο κλινικός δεν δικαιολογείται να νιώθει άσχημα όταν έχει ακολουθήσει όλα τα ενδεδειγμένα βήματα και έσπασε ένα εργαλείο, το οποίο αντιμετώπιστηκε σωστά είτε από τον ίδιο είτε με παραπομπή σε Ενδοδοντολόγο. Αντιθέτως, μια εμφανώς πλημμελής ενδοδοντική θεραπεία που αποδεδειγμένα έχει επίδραση στην επιτυχία, για την οποία ο ασθενής δε γνωρίζει τίποτα, ίσως και επειδή δεν υπάρχουν τόσο εμφανή «πειστήρια», είναι αυτό που πρέπει να αποφεύγεται (*Friedman 2002, Farzaneh et al 2004a,b*).

Συμπέρασμα

Το παρόν άρθρο δεν θα πρέπει να εκληφθεί ως άλλοθι για να μην εφαρμόζονται τα δέοντα όταν σπάει κάποιο εργαλείο. Αποσκοπεί όμως στο να προσδώσει στο σύμβαμα τις πραγματικές του διαστάσεις, όπως αυτές προκύπτουν από τα καλύτερα δυνατά επιστημονικά τεκμηριωμένα (evidence - based) δεδομένα και να δώσει ένα τέλος στην αδικαιολόγητη «δαίμονοποίησή» του.

Ταυτόχρονα είναι και ένα κάλεσμα προς το σύνολο της Οδοντιατρικής Κοινότητας να πάψει να έχει υπέρμετρες ενοχές κατά τη θραύση ενός μικροεργαλείου (τουλάχιστον όχι περισσότερες από αυτές που «αναπόφευκτα» έχει ένας ευσυνείδητος επαγγελματίας υγείας), αλλά και να αποφεύγει την απόδοση ενοχής προς συναδέλφους όταν το συναντά σε περιστατικά άλλων.

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Dr.Spili «είναι κρίμα που συμβαίνει, αλλά στην πραγματικότητα δεν έχει και μεγάλη σημασία» (*Management of Fractured Endodontic Instruments, A Clinical Guide, Theodor Lambrianidis*)



Εικ.1 Σε ακτινογραφικό έλεγχο στο δόντι #16 παρατηρείται ικανοποιητική ενδοδοντική θεραπεία, με θραύσμα μικροεργαλείου στην άπω παρειακή ρίζα ακρορριζικά. Η ενδοδοντική θεραπεία έχει πραγματοποιηθεί προ 5 ετών. Δεν υπάρχουν σημεία και συμπτώματα, οι περιακρορριζικοί ιστοί απεικονίζονται φυσιολογικοί. Δεν απαιτείται καμία αντιμετώπιση.



Εικ.2 Ασθενής με οξύ περιακρορριζικό απόστημα στο #46. Ο ακτινογραφικός έλεγχος δείχνει ατελή ενδοδοντική θεραπεία, την παρουσία θραύσματος μικροεργαλείου στον εγγύς παρειακό ριζικό σωλήνα και περιακρορριζικές αλλοιώσεις και στις δύο ρίζες. Απαιτείται ενδοδοντική αντιμετώπιση.

Βιβλιογραφία

Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS (2005) SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. J Endod 31, 40–3.

Berutti EL, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D (2004) Influence of manual preflaring and torque on failure rate of ProTaper rotary instruments. J Endod 30, 228 – 230.

Boessler C, Peters OA, Zehnder M (2007) Impact of lubricant parameters on rotary instrument torque and force. J Endod 33, 280–3.

Booth JR, Scheetz JP, Lemons JE, Eleazer PD (2003) A comparison of torque required to fracture three different nickel-titanium rotary instruments around curves of the same angle but of different radius when bound at the tip. J Endod 29, 55–7.

Cheung GS (2007) Instrument fracture: Mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. Endod Topics 16, 1-26.

Crump MC, Natkin (1970) Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. J Am Dent Assoc. 80, 1341-7.

de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S (2008) Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study—Phase 4: Initial Treatment. J Endod 34, 258–263.

Eleazer PD (1991) Lack of corrosion of stainless steel instruments in vivo by scanning electron microscope and microprobe analysis. J Endod 17, 346-9.

Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S (2004a) Treatment outcome in Endodontics: The Toronto Study. Phase II: initial treatment. J Endod 30, 302-9

Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S (2004b) Treatment outcome in Endodontics: The Toronto Study. Phases I and II: orthograde retreatment. J Endod 30, 627-33

Friedman S (2002) Prognosis of initial endodontic therapy. Endod Top 2, 59-88

Gambarini G (2000) Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol*. 16, 95–100.

Grossman LI (1969) Guidelines for the prevention of fracture of root canal instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 28, 746-52.

Hülsmann M, Schinkel I (1999) Influence of several factors the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. *Endod. Dent. Traumatol* 15, 252- 8

Hülsmann M, Schäfer E (2009) *Problems in Endodontics. Etiology, diagnosis and treatment*. London: Quintessence

Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS (2006) A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod* 32, 1048-52

Kosti E, Zinelis S, Lambrianidis T, Margelos J (2011) Effect of root canal curvature on the failure incidence of ProFile rotary Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J* 44, 917-25

Lambrianidis T (2001) *Risk management in root canal treatment*. Thessaloniki: University Studio Press, 199-247

Lambrianidis T (2018) *Management of Fractured Endodontic Instruments A Clinical Guide*, Springer

Li U, Lee B, Shih C, Lan W, Lin C (2002) Cyclic fatigue of endodontic nickel-titanium rotary instruments: static and dynamic tests. *J Endod* 28, 448–51

Machtou P, Martin D (1997) Utilisation raisonnee des Profile. *Clinic* 18, 253-9

Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJ (2008) Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intracanal fracture of endodontic instruments: part 1. *Int Endod J* 41, 693–701

McGuigan MB, Louca C, Duncan HF (2013) Endodontic instrument fracture: causes and prevention. *Br Dent J* 214, 341–348

McSpadden J (2007) Mastering endodontic instrumentation. Chattanooga: Cloudland Institute p. 1–197

Ng YL, Mann V, Gulabivala K (2011) A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J* 44, 583-609

Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH (2010) Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 36, 775-80

Paqué F, Ganahl D, Peters OA (2009) Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod* 35, 1056-9

Parashos P, Gordon I, Messer HH (2004a) Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 30, 722–5

Parashos P, Linsuwanont P, Messer HH (2004b) A cleaning protocol for rotary nickelium-titanium endodontic instruments. *Aust Dent J* 49, 20-27

Peters

Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F (2003) ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J* 36, 93-99

Roland DD, Andelin WE, Browning DF, Hsu GH, Torabinejad M (2002) The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 28, 543–5.

Sattapan B, Palamara J, Messer H (2000) Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod* 26, 156–60.

Sena NT, Gomes BPFA, Vianna ME, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ (2006) In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *Int Endod J* 39, 878–885.

Shen Y, Haapasalo M, Cheung GS, Peng B (2009) Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 1: Relationship between observed imperfections and factors leading to such defects in a cohort study. *J Endod* 35, 129–32.

Siqueira JF Jr (2001) Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J* 34, 1–10.

Solomonov M, Webber M, Keinan D (2014) Fractured endodontic instrument: a clinical dilemma. Retrieve, bypass or entomb? *N Y State Dent J* 80, 50-2.

Spanaki-Voreadi AP, Kerezoudis NP, Zinelis S (2006) Failure mechanism of ProTaper Ni–Ti rotary instruments during clinical use: fractographic analysis. *Int Endod J* 39, 171–8.

Spili P, Parashos P, Messer HH (2005) The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 31, 845-50.

Tzanetakis G, Kontakiotis E, Maurikou D, Marzelou M (2008) Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the Dental School of Athens: a five-year retrospective clinical study. *J Endod* 34, 675-8.

Yang Q, Shen Y, Huang D, Zhou X, Gao Y, Haapasalo M (2017) Evaluation of two trephine techniques for removal of fractured rotary nickel-titanium instruments from root canals. *J Endod* 43. 116-20

Zinelis S, Margelos J (2002) Failure mechanism of Hedstroem endodontic files in vivo. *J Endod* 28, 471–3.

Zuolo ML, Kherlakian D, de Mello Jr JE, de Carvalho MCC, Fagundes MIRC (2015)

Επανεπέμβαση στην Ενδοδοντία, Quintessence, Οδοντιατρικό Βήμα