

Roberto Fornara¹
Fabio Gorni²
Maurizio Colombo³
Massimo Gagliani⁴

¹ Libero Professionista in Magenta
² Libero Professionista in Milano
³ Libero Professionista in Seregno
⁴ Professore Associato in Malattie
Odontostomatologiche
Università degli Studi di Milano
DMCO San Paolo-Clinica Odontoiatrica

Corrispondenza:
Dott. Roberto Fornara
Via G. Cler, 42
20013 Magenta (MI)
Tel./Fax: +39 (0)297296453
E-mail studiofornara@tele2.it

Fonti ultrasoniche in endodonzia: indicazioni cliniche e verifiche sperimentali

RIASSUNTO

Obiettivo: scopo di questo lavoro, è quello di valutare se l'impiego di fonti ultrasoniche dedicate all'endodonzia può ridurre gli effetti negativi a carico della dentina.

Metodi: da denti di bovino adulto integri sono state ricavate 8 barre di dentina idonee per la sperimentazione. I campioni sono stati divisi in due gruppi di 4 campioni ciascuno: gruppo S e gruppo P. L'inserto adottato per entrambe le fonti ultrasoniche è stato lo stesso. Su ogni barra sono state eseguite 5 tacche per un totale di 20 tacche per gruppo. Di ogni tacca sono stati osservati: contorno marginale (*chipping*), presenza di *microcracks*, profondità della tacca.

Risultati: il gruppo P, a parità di punta e tempo di lavoro, presenta una migliore capacità di taglio. Tutti i campioni del gruppo S hanno evidenziato *microcracks* mentre nel gruppo P il 45% delle tacche non presentava microfratture. Il *chipping* marginale è marcato nei due terzi dei campioni del gruppo S, mentre nel gruppo P in più della metà dei campioni non si sono evidenziati *chipping*.

Conclusioni: lo studio effettuato evidenzia come una fonte ad ultrasuoni opportunamente calibrata permette di ottenere migliori risultati clinici riducendo gli effetti negativi sulla dentina.

Parole chiave:

... ? ...
...?... .

ABSTRACT

Aim: the paper was addressed to the evaluation of the effects on dentine of an ultrasonic tip employed with two different ultrasonic devices dedicated to endodontics procedure.

Methods: bovine dentine samples were utilized in this study: 8 bars properly shaped was selected and randomly assigned into two groups. New ultrasonic tips Endo3 (ProUltra Maillefer®, Baillegues, Svizzera) was mounted into two different ultrasonic devices: group S (Spartan, USA) and group P (PmaxII, Satelec®, France) Five notches were made in each bar (20 notches for each group) by the ultrasonic device P and the ultrasonic device S for the same amount of time.

An evaluator, external to the experimental group, under magnification (8x) made the measurements of each notch in width and depth. According to a specific table he evaluated also the marginal contour of each notch and noted dental chipping and cracks.

Results: group P had best results in all the evaluations; in the same working time the depth and the width of the notches were significantly greater if compared to the notches measured in group S.

Marginal chipping was negligible in almost half of the samples in group P and the same was noted for microcracks. All the comparisons were statistically significant (Mann-Whitney U Test $p < .05$) Conclusion: under this experimental conditions a properly calibrated ultrasonic device can offer a more efficient cutting ability on dentin without adverse effects.

Key words:

Ultrasonic devices, ultrasonic tips in endodontics, cutting efficiency.

INTRODUZIONE

Negli ultimi venti anni in ambito odontoiatrico gli inserti multifunzionali azionati da sorgenti ad ultrasuoni hanno acquisito un ruolo sempre più importante (1). In particolar modo, nella terapia endodontica gli ultrasuoni sono sempre più impiegati in diverse fasi del trattamento: dalla rifinitura dei confini pulpari, all'eliminazione delle calcificazioni camerale; dal reperimento degli imbecchi canalari all'attivazione passiva degli irriganti endodontici (*endosonic ultrasonic synergistic system*) (2). Le punte ultrasoniche sono poi impiegate nei ritrattamenti ortogradi per la rimozione di perni canalari (1, 3), di strumenti fratturati (1, 4, 5) e per velocizzare lo svuotamento del vecchio materiale da otturazione canalare (1).

Infine, ma non per questo meno importante, specifici inserti vengono impiegati in endodonzia chirurgica nella preparazione della cavità retrograda (6, 7).

Sulla base di queste considerazioni, l'impiego clinico degli ultrasuoni in endodonzia è legato ad indubbi vantaggi; nonostante ciò, alcuni aspetti clinico-pratici non sono stati ancora del tutto chiariti. Tra questi, si possono menzionare: la frattura delle punte; la difformità di livello tra le diverse scale di potenza delle fonti in commercio (8); gli effetti fisico-meccanici a carico della dentina (9-12).

Precedenti studi hanno investigato gli effetti della preparazione retrograda mediante punta ultrasoniche sulla dentina apicale, riscontrando due tipologie di difetti:

1. i *cracks* dentinali (13);
2. i *chips* dentinali (9, 12).

I *cracks* dentinali sono microfratture generate dall'impatto della punta ultrasonica sul tessuto calcificato. La presenza di *cracks* è correlata a diversi fattori come il tipo di punta, l'ampiezza di oscillazione della punta (definita solitamente dalle scale graduate degli apparecchi e comunemente espressa come potenza), il tempo di lavoro, la pregressa presenza o assenza di *cracks* iniziali ed infine dallo spessore della dentina (8).

Per *chipping* marginale si intende la separazione di frammenti di dentina (*chips*) a seguito dell'azione di taglio delle punte ad ultrasuoni. Waplington et al. (12) descrivono i trucioli di dentina ottenuti mediante l'impiego della stessa punta a potenze differenti, mostrando come la dimensione dei *chips* sia direttamente correlata alla potenza e, quindi, all'aumento dell'ampiezza di dislocamento della punta.

Nonostante *cracks* e *chipping* dentinali siano descritti in molti lavori (9, 12-15), è ancora controverso il loro ruolo nel risultato finale della terapia.

Scopo di questo lavoro è quello di valutare se il controllo della potenza di una moderna sorgente ultrasonica possa migliorare l'efficacia di taglio, riducendo al minimo gli effetti negativi a carico del tessuto dentinale.

MATERIALI E METODI

Per la sperimentazione sono stati impiegati denti di bovino integri, opportunamente ripuliti dal legamento parodontale mediante courette ed immersione per 45 minuti in ipoclorito di sodio al 5%. Mediante l'uso di una sega diamantata di precisione (Isomet, Buheler USA), sotto copiosa irrigazione d'acqua, sono stati ricavati 12 campioni di dentina. Questi ultimi sono stati fissati in blocchi di resina acrilica trasparente da laboratorio per migliorare la maneggevolezza durante la sperimentazione. I campioni così ottenuti sono stati conservati in soluzione fisiologica e timolo al 2%.

Le barre di dentina, osservate ad ingrandimento 4x (Zeiss 4x300 mm. Germany), sono state giudicate idonee per la sperimentazione purché prive di anomalie e/o macro-fratture sulla superficie dei campioni stessi. Dei 12 campioni esaminati, solo 8 sono stati selezionati per la sperimentazione.

Una persona esterna alla sperimentazione ha diviso gli otto campioni in due gruppi.

Sono state impiegate due diverse fonti ad ultrasuoni:

1. (gruppo S) sorgente ultrasonica Spartan (SPARTAN MTS™) impiegata a potenza media;
2. (gruppo P) sorgente ultrasonica PmaxII (Satelec®, Francia) impiegata con funzione blu, potenza di livello 5. Come inserto è stata utilizzata una nuova punta Endo3 (ProUltra Maillefer®, Baillegues, Svizzera) per gruppo.

Durante la sperimentazione le punte, azionate dalle rispettive fonti ultrasoniche, sono state appoggiate alla barra di dentina applicando una pressione il più possibile costante (tutti i campioni sono stati preparati dallo stesso operatore), per un tempo di 5 secondi sotto getto d'acqua continuo esterno all'unità ultrasonica al fine di ridurre al minimo gli effetti negativi prodotti dal calore. Su ogni barra sono state eseguite 5 tacche (Fig. 1), per un totale di 20 per gruppo.



Fig. 1 - Barra di dentina bovina con 5 tacche impiegate nella sperimentazione.



Fig. 2 - Tacca del gruppo S a maggior ingrandimento. In particolare si nota l'irregolarità del bordo esterno (chip).



Fig. 3 - Ingrandimento (?) di tacca del gruppo P dove i margini risultano molto regolari.

I campioni così ottenuti sono stati conservati in soluzione fisiologica e timolo per 10 giorni.

In ogni tacca sono stati osservati:

1. contorno marginale (presenza di *chipping* marginale) (Fig. 2);
2. presenza di *microcracks* dentinali (Fig. 3);
3. profondità della tacca.

Al fine di rendere le immagini più chiare i campioni di entrambi i gruppi sono stati trattati con soluzione di blu di metilene all'1%, cosparsa con un

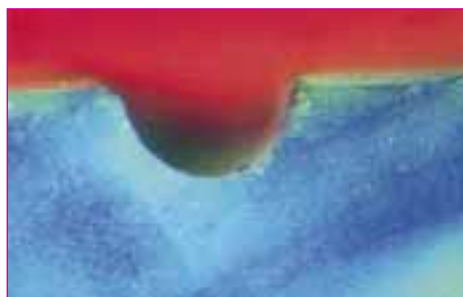


Fig. 4 - Tacca del gruppo P pennellata con soluzione di blu di metilene: si evidenziano regolarità di taglio e margini netti.

pennellino (Fig. 4), seguita da un lavaggio con acqua deionizzata per 5 minuti.

Mediante stereomicroscopio ottico a 8x (Wild, Germany) sono state eseguite delle fotografie digitali di ogni tacca. Attraverso un software di analisi dell'immagine (NIH Image 1.53) sono state acquisite le immagini ed un operatore, non informato del protocollo operativo, ha segnato i limiti di ogni tacca e ne ha calcolato la profondità. Lo stesso operatore ha poi suddiviso il contorno delle singole tacche in tre sezioni identiche.

La presenza di discontinuità nel margine della tacca poteva quindi variare da 0 a 3:

- 0 nessuna discontinuità in tutte le sezioni del bordo cavitario;
- 1 presenza di discontinuità in una sezione del bordo cavitario;
- 2 presenza di discontinuità in due sezioni del bordo cavitario;
- 3 presenza di discontinuità in ogni sezione del bordo cavitario.

Lo stesso criterio è stato adottato per i *microcracks*:

- 0 nessuna presenza di *microcracks* nelle tre sezioni;
- 1 presenza di *microcracks* in una sezione del bordo cavitario;
- 2 presenza di *microcracks* in due sezioni del bordo cavitario;
- 3 presenza di *microcracks* nelle tre sezioni del bordo cavitario.

I dati ottenuti riguardanti la profondità delle tacche sono stati analizzati attraverso il test ANOVA, mentre la presenza di *chipping* e *microcracks* dentinali sono stati analizzati attraverso test non parametrico Mann-Whitney U test.

RISULTATI

La Tabella 1 evidenzia come le due fonti ultrasoniche abbiano dato risultati differenti in termini di capacità di taglio. I

N = 20	Gruppo S media (SD)	Gruppo P media (SD)	Anova
Profondità (mm)	,59 (.25)	1,13 (.22)	(p=0,003)
Larghezza (mm)	1,17 (.99)	1,88 (.20)	(p<0,0001)

Tab. 1 - I due parametri misurati, profondità e larghezza, sono risultati maggiori nel gruppo P, a conferma di una spiccata capacità di taglio indotta dalla sorgente ultrasonica.

dati ottenuti dimostrano come nel gruppo P questo parametro, a parità di punta e tempo di lavoro, sia risultato maggiore; tale differenza è stata valutata come statisticamente significativa (ANOVA p=0,003, p<0,0001).

Tutti i campioni del gruppo S hanno mostrato *microcracks* di cui circa un terzo dei campioni ha riportato un elevato numero di *microcracks* (valore 3). Il gruppo P ha invece dimostrato l'assenza di *microcracks* nel 45% circa dei casi, mentre nel restante 55% il numero dei *microcracks* risultava essere esiguo (valore 1) (Fig. 5)

Se esaminiamo il *chipping* del bordo dentinale possiamo riassumere che il gruppo S ha mostrato valori elevati nei due terzi dei campioni, mentre nel gruppo P in più della metà dei campioni esaminati non si sono evidenziati *chipping*. Il valore più marcato (2) è rappresentato nel 5% circa dei campioni del gruppo P (Fig. 6). Anche in questo caso entrambi i confronti sono parsi statisticamente significativi al test non parametrico di Mann-Whitney (*chipping* p= 0,003; *microcracks* p= 0,004).

Nessuna delle punte ha dimostrato segni di frattura.

DISCUSSIONE

Negli ultimi anni, l'impiego in odontoiatria degli ultrasuoni ha subito un no-

tevole incremento. Lo sviluppo di fonti ultrasoniche sempre più performanti ha permesso di perfezionare strumenti e tecniche, allargando il ventaglio delle possibilità cliniche.

In letteratura sono presenti prevalentemente lavori relativi agli effetti denti-

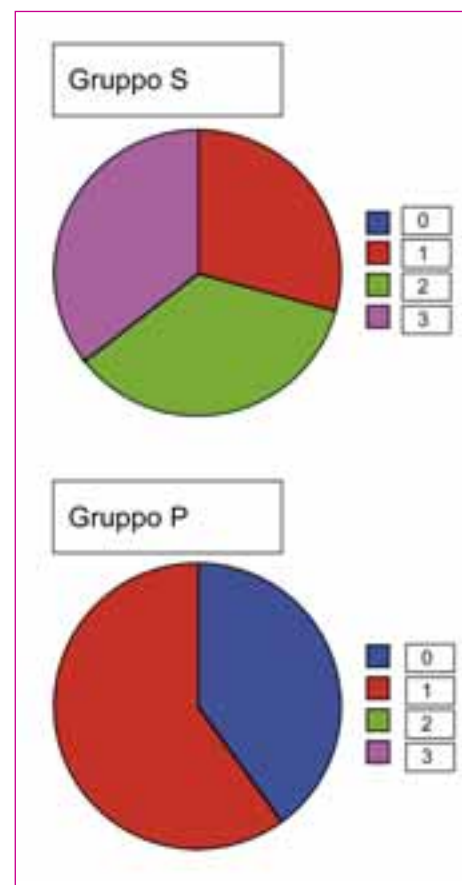


Fig. 5 - Rappresentazione grafica dei risultati relativi ai "microcracks"; assenza di campioni privi di lesioni dentinali nel gruppo S.

nali degli ultrasuoni durante la chirurgia endodontica. L'analisi della letteratura sui diversi effetti dentinali nella pre-

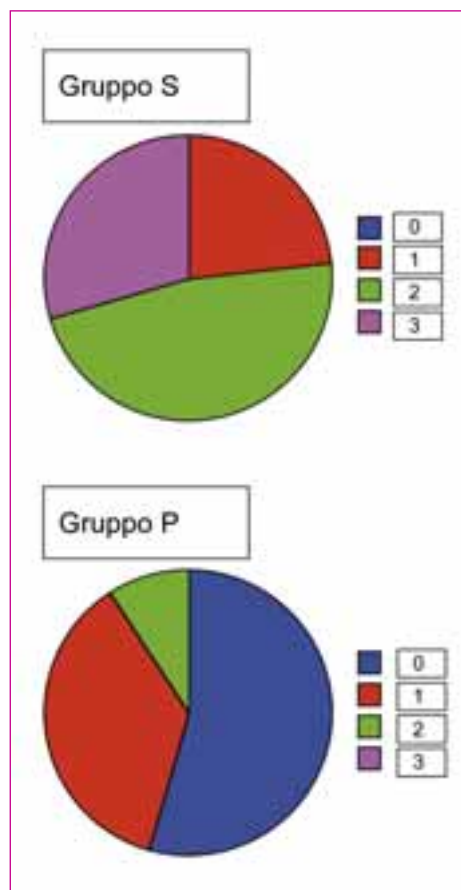


Fig. 6 - Rappresentazione grafica dei risultati relativi ai "chips"; anche in questo caso la sorgente P ha dimostrato risultati significativamente migliori rispetto a quelli riscontrati nel gruppo S.

parazione retrograda mediante inserti ultrasonici in endodonzia chirurgica ci ha indotto a sperimentare *in vitro* due fonti ultrasoniche valutando, a parità di condizioni, gli effetti sul tessuto dentinale.

Molti autori hanno dimostrato come la preparazione ultrasonica della cavità retrograda produca microfratture dentinali (*cracks*) in percentuale e tipologia diversa. In che misura questi *cracks* influiscano il risultato clinico non è dato saperlo, ma sicuramente riuscire a evidenziare questi *cracks* per il clinico può essere molto importante soprattutto nella valutazione della prognosi a lungo termine del trattamento. La presenza di *chipping* marginale è stata descritta in molti studi (7, 12, 14, 16) ma rimangono controverse le eventuali loro implicazioni nel risultato finale. Stabholz

et al. (17) hanno evidenziato che l'adattamento marginale del materiale da otturazione retrograda rappresentava un metodo indiretto di valutazione della capacità di sigillo dei diversi materiali.

La presenza di *chipping* marginale più o meno accentuato rappresenta un dato costante negli studi sull'impiego degli ultrasuoni nella chirurgia endodontica. Gondim et al. (16) conclusero il loro lavoro sostenendo che la presenza di *chipping* marginale non alterava l'adattamento marginale dei diversi materiali da otturazione retrograda.

Per quanto riguarda i *cracks* dentinali molti lavori hanno dimostrato come la resezione apicale prima e la preparazione retrograda poi, producano effetti diversi sulla dentina. Layton et al. (13) hanno diviso i *cracks* in completi e incompleti in relazione all'estensione fino alla superficie esterna o meno della radice. Essi trovarono che il 18% delle radici presentavano *cracks* dopo resezione, mentre dopo la preparazione con ultrasuoni erano il 43% del campione in esame. Rainwater et al. (10) ottennero risultati simili anche se con percentuali diverse: 8% dei campioni con *microcracks* dopo resezione, 68% dopo preparazione apicale con ultrasuoni (punte in acciaio o rivestite di diamante). Frank et al. (18) riportano che la presenza di *cracks* varia dal 14 al 40%. L'ampia forbice era determinata dal metodo di preparazione dell'apice e dalla dimensione e morfologia della radice. Beling et al. (19) evidenziarono che il 15% delle radici presentavano *cracks* dopo resezione, mentre il 20% dopo preparazione retrograda con punte ad ultrasuoni. Saunders et al. (20) suggerirono che le crepe dentinali potrebbero essere causa del fallimento della terapia, a seguito di infiltrazione batterica lungo i *microcracks*. Infine, Abedi et al. (18) dimostrarono che la formazione di *cracks* dentinali era legata al settaggio di potenza della fonte ad ultrasuoni, al tempo di lavoro con gli ultrasuoni e allo spessore residuo della dentina (12).

Sulla base delle precedenti considerazioni questo studio *in vitro* ha l'obiettivo di evidenziare come la capacità di controllo delle moderne fonti ad ultrasuoni

è indice di maggior efficacia clinica e minori effetti negativi a carico della dentina. Inoltre, d'accordo con il lavoro di Abedi et al. i fattori determinanti per gli effetti degli inserti ultrasonici sulla dentina sono legati al controllo della potenza e al tempo di lavoro. Difatti nella sperimentazione abbiamo impiegato volutamente la fonte Satelec ad una potenza maggiore rispetto alle indicazioni riportate dalla casa per gli impieghi endodontici e, nonostante ciò, la capacità di controllo a feedback della punta con il processore della fonte ha permesso di ottenere ottimi risultati. Un'ultima considerazione sui risultati da noi ottenuti è relativa al fatto che durante l'impiego clinico la presenza del legamento parodontale permette una miglior distribuzione delle sollecitazioni provocate dagli inserti ultrasonici risultando meno lesivi del tessuto dentinale cosa che *in vitro* non si verifica.

Clinicamente questo maggior controllo dell'ampiezza di vibrazione ultrasonica si traduce nella possibilità d'impiego di punte sottili con posizionamento delle regolazioni a livelli più elevati. Ciò potrebbe consentire, ad esempio, durante la rimozione di strumenti separati nel terzo medio/apicale del segmento radicolare una maggiore capacità di taglio pur conservando consistenti spessori di dentina. Infine, anche se non sperimentato direttamente in questo lavoro, potremmo dedurre dai dati in nostro possesso che un continuo controllo della potenza ultrasonica determina un minor dislocamento dell'inserto ultrasonico con conseguente riduzione dell'incidenza di frattura degli inserti.

CONCLUSIONI

Lo studio effettuato - pur con i limiti della sperimentazione *in vitro* e il ridotto numero di campioni - dimostra che una fonte ad ultrasuoni, opportunamente calibrata, consente di ottenere vantaggi clinici considerevoli, in termini di miglioramento dell'azione di taglio, pur riducendo gli effetti negativi sulla superficie dentinale.

BIBLIOGRAFIA

1. Plotino G, Pameijer CH, Grande MN, Somma F. Ultrasonic in Endodontics: A review of the literature. *J Endodon* 2007;33:81-95.
2. Cunningham WT, Martin H, Forrest WR. Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982;53:401-404.
3. Dixon EB, Kaczowsky PJ, Nicholls JL, Harrington GW. Comparison of two ultrasonic instruments for post removal. *J Endod* 2002;28:111-115.
4. Gorni F. The removal of broken instruments. *Endodontic Practice* 2001;3:21-26.
5. Suter B, Lussi A, Sequiera P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal* 2005; 38:112-123.
6. Maddalone M, Gagliani M. Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study. *International Endodontic Journal* 2003;36: 193-198.
7. Morgan LA, Marshall JG. A scanning electron microscopic study of *in vivo* ultrasonic root-end preparations. *J Endodon* 1999;25: 567-570.
8. Abedi HR, Van Merlo BL, Wilder-Smith P, Torabinejad M. Effects of ultrasonics root-end cavity preparation on the root apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:207-13.
9. Waplington M, Walmsley D. Incidence of root face alteration after ultrasonic retrograde cavity preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1997;83:387-392.
10. Rainwater A, Jeanson BG, Sarkar N. Effects of ultrasonics root-end preparation on microcrack formation and leakage. *J Endodon* 2000;26:72-5.
11. Peters CI, Peters OA, Barnakow F. An *in vitro* study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retreaters. *International Endodontic Journal* 2001;34:142-148.
12. Waplington M, Lumley PJ, Blunt L. An *in vitro* investigation into the cutting action of ultrasonic radicular access preparation instruments. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:158-161.
13. Layton CA, Marshall JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. *J Endodon* 1996;22:157-60.
14. Gondim E Jr, Gomes BFA, Ferraz CCR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Effect of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on the integrity of root apices of freshly extract human teeth: scanning electron microscopy analysis. *Journal of Endodontics* 2002;28:646-650.
15. Wright HM, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough FW, Waller J, Pashley DH. Identification of resected root-end dental cracks. A comparative study of transillumination and dyes. *Journal of Endodontic* 2004;30:712-715.
16. Gondim E Jr, Zaia AA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Investigation of the marginal adaptation of root-end filling materials in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. *International Endodontic Journal* 2003;36:491-499.
17. Stabholz A, Shani J, Friedman S, Abed J. Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. *Journal of Endodontics* 1985;11:218-223.
18. Frank RJ, Antrim DD, Bakland LK. Effect of retrograde cavity preparations on root apices. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12:100-3.
19. Beling KL, Marshall JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation for cracks associated with ultrasonics root-end preparation of gutta percha filled canals. *J Endodon* 1997;23:323-6.
20. Saunders WP, Saunders EM, Gutmann JL. Ultrasonics root end preparation, part II: microleakage of EBA root-end fillings. *Int Endod J* 1994;27:325-9.