

La facilitazione dello spostamento dentario nel trattamento Ortodontico.

Università degli Studi di Catania

Rosalia Leonardi

INDICE

1. Introduzione
2. Metodiche Non-Chirurgiche
3. Metodiche Chirurgiche
4. Conclusioni
5. Bibliografia

Introduzione

Negli ultimi anni l'ortodonzia ha fatto notevoli passi in avanti grazie all'utilizzo di nuove tecnologie digitali, come i software di simulazione del trattamento, le impronte digitali e l'introduzione di nuovi fili e brackets e tecniche ortodontiche, derivandone un miglioramento dell'efficacia e dell'efficienza del trattamento. Di recente, particolare attenzione è rivolta a sviluppare nuovi metodi per facilitare o accelerare il movimento dentale durante la terapia.

Infatti, nonostante il progresso merceologico, ancora oggi è molto impegnativo ridurre la durata del trattamento ortodontico, e questo è particolarmente importante per limitare l'alto rischio di carie, riassorbimenti radicolari esterni la non-compliance dei pazienti, inoltre nell'ortodonzia dell'adulto, dove i rischi di recessione gengivale e riassorbimento radicolare sono molto più alti, una riduzione della durata del trattamento ortodontico sarebbe auspicabile.

In quest'ottica rientrano il concetto e le tecniche di facilitazione dello spostamento dentario, rivolte ad accelerare il movimento dentale ortodontico a seguito dell'applicazione di una forza.

Premesso che il movimento dentale ortodontico si verifica in presenza di stimoli meccanici attraverso il rimodellamento dell'osso alveolare e del legamento parodontale (PDL) (Davidovitch 1991). Esso può essere controllato tramite l'entità della forza applicata e dalle risposte biologiche del PDL (Meikle 2006). La forza applicata sui denti determina cambiamenti nel microambiente intorno al PDL, dovuti alle alterazioni del flusso sanguigno, portando alla secrezione di differenti mediatori infiammatori come le citochine, i fattori di crescita, i neurotrasmettitori, fattori stimolanti, e metaboliti dell'acido arachidonico. Il rimodellamento dell'osso avviene come conseguenza di queste secrezioni (Krishnan & al 2006).

Per ottenere una facilitazione del movimento dentale ortodontico possono essere utilizzati metodi non-chirurgici e chirurgici (Tab.1).

Metodiche Non-Chirurgiche	Metodiche Chirurgiche
<i>Mediatori Chimici</i>	<i>Distrazione Osteogenetica Parodontale</i>
<i>Corrente Elettrica diretta</i>	<i>Distrazione Osteogenetica Dento-Alveolare</i>
<i>Campo Elettromagnetico ad Impulso e Statico</i>	<i>Osteotomia</i>
<i>Vibrazioni</i>	<i>Corticotomia</i>
<i>Laser a Basso dosaggio(LLLT)</i>	<i>Piezocisione</i>

Tab.1 Metodi di facilitazione chirurgici e non-chirurgici

Metodiche Non-Chirurgiche

Tra le varie metodiche non-chirurgiche, alcune delle quali ancora a livello sperimentale, si possono annoverare l'uso di mediatori chimici, corrente elettrica, campi elettromagnetici, vibrazioni e laser.

Relativamente ai **mediatori chimici** è ben noto che un'alta concentrazione di citochine (interleuchine IL-1, IL-2, IL-3 IL-6, IL-8) e il tumor necrosi factor alfa (TNF) svolgono un ruolo importante nel rimodellamento osseo; inoltre, l'interleuchina-1 (IL-1) stimola la funzione degli osteoclasti (Davidovitch 1991). È stato osservato anche che lo stress meccanico dovuto ad un'applicazione di una forza a livello periodontale incrementa la produzione di prostaglandine E(PGE) e IL-1 β nel legamento parodontale (Saito & al1991).

L'attività degli osteoblasti, la loro proliferazione, la differenziazione, la sopravvivenza, è regolata da una serie di fattori extracellulari compresi i fattori di crescita, le citochine e gli ormoni, nonché da interazioni con cellule osteoclastiche.

Il Transforming Growth Factor(TGF)-1 Beta aumenta la formazione di osso, mediante un effetto chemiotattico sugli osteoblasti, promuovendo la proliferazione osteoblastica.

stica ed inibendo osteoclastogenesi, mediante una riduzione del RANKL e aumento dell'OPG.

La concentrazione di TGF- β 1 nel fluido crevicolare aumentata significativamente dopo 24 ore dall'inizio del movimento ortodontico. Tale incremento si apprezza prevalentemente sullato di compressione rispetto al lato di tensione.

Altre citochine, coinvolte nell'accelerazione del movimento dentale, sono il RANKL (responsabile dell'osteoclastogenesi) (Udagawa & Takahashi 1999), e l'osteoprotegerina (OPG) che compete con RANKL nel legarsi agli osteoclasti per inibire l'osteoclastogenesi. Il processo del rimodellamento osseo dunque è un equilibrio tra il sistema RANKL/RANK e OPG (Simonet 1997 & Oshiro 2002).

A tal proposito, il fatto che i denti degli adolescenti si muovono più rapidamente rispetto agli adulti, è dovuto alla più basso rapporto RANKL/OPG nel fluido crevicolare (GCF) rispetto ai pazienti adulti.

È stata anche trovata inoltre una correlazione tra RANK, OPG e riassorbimento radicolare durante il movimento dentale ortodontico, e che i pazienti con riassorbimento radicolare producono una grande quantità di RANKL nel sito di compressione (Nishijima & Yamaguchi 2006).

Le prostaglandine (PGs) stimolano anch'esse il riassorbimento osseo aumentando direttamente il numero di osteoclasti. (Drugarin 2003) In particolare l'iniezione di PGE2 esogene causa un'accelerazione del movimento dentale sia negli animali da esperimento quanto nell'uomo.

Inoltre, il grado di accelerazione non sembra influenzato da iniezioni singole o multiple o da differenti concentrazioni di PGE2 iniettata. Mentre, il riassorbimento radicolare sembra chiaramente correlato alle differenti concentrazioni e al numero di iniezioni fatte. È stato anche dimostrato che la somministrazione di PGE2 in presenza di calcio stabilizza il riassorbimento osseo mentre accelera il movimento dentale.

Le PGE2 prodotte chimicamente sono state valutate in studi condotti su esseri umani con esperimenti split-mouth nei casi con estrazione del primo premolare. In questi

esperimenti il grado di retrazione distale dei canini era 1.6 volte più rapido che nel lato di controllo (Yamaguchi 2009).

Anche alcuni ormoni sembrano avere influenza nella facilitazione dello spostamento dentale, tra questi il paratormone la vitamina D e la relaxina, quest'ultima risulta coinvolta nel rimodellamento dei tessuti molli piuttosto che nel rimodellamento osseo.

L'**ormone paratiroideo** è il principale ormone che regola il rimodellamento osseo e omeostasi del calcio .

Studi sugli animali hanno dimostrato che infusione continua o un' iniezione locale di paratormone accelera il movimento ortodontico di circa 2 volte, e aumenta in modo significativo il numero degli osteoclasti. E 'ben noto però che l'aumento cronico sistemico dell'ormone paratiroideo porta ad alterazioni patologiche a livello di più organi, in particolare i reni e le ossa;non è chiara la sicurezza sulla somministrazione per via sistemica di questo ormone rimando una preoccupazioni per la sua applicazione clinica nel trattamento ortodontico. Anche se iniezione locali con lento rilascio possono aumentare l'efficacia e abbassare le complicanze sistemiche sono necessarie prove sperimentali approfondite.

Anche la **vitamina 1,25 diidrossi- D3**, promuove il riassorbimento di calcio e agisce sulle cellule ossee per aumentare il rimodellamento,alcuni studi hanno indicato che l'iniezione locale di vitamina 1,25 diidrossi- D3 accelera il movimento ortodontico di circa 1,2-2,5 volte. E come l'ormone paratiroideo, l'uso senza effetti collaterali di questo fattore sistemico nel trattamento ortodontico deve essere indagato.

Nell'approccio non-chirurgico rientrano anche l'applicazione di corrente elettrica diretta, campo elettromagnetico ad impulso, campo magnetico statico, vibrazioni e laser a basso livello. Il concetto di utilizzare un approccio fisico si basa sull'idea che l'applicazione di forze ortodontiche causa flessione ossea (bone bending theory) e sviluppa il potenziale bioelettrico.

Su l'uso della **corrente elettrica diretta** Kim et all (Kim & Park 2008) hanno evidenziato che i movimenti ortodontici nel primo mese di terapia sono più evidenti e

veloci rispetto al gruppo controllo, anche se la metodica non è affidabile non è possibile verificare la validità di questa tecnica.

Il **campo elettromagnetico d'impulso** è stato studiato da Showkatbakhsh et al. Questi autori hanno dimostrato nella retrazione del canino dopo l'estrazione del premolare che applicando un circuito incorporato in una protesi rimovibile, che il canino si retrae più velocemente rispetto al gruppo controllo. Tuttavia nello studio ci sono delle lacune, infatti non è specificato l'inizio della retrazione del canino dopo l'estrazione del premolare e la metodologia è poco chiara di conseguenza si può asserire che esiste un'evidenza scientifica sulla reale accelerazione del movimento ortodontico del campo elettromagnetico. (Showkatbakhsh 2010)

Nel vasto campo delle applicazioni del laser in odontostomatologia è presente la **Low Level Laser Therapy (LLLT)**, conosciuta anche come terapia laser bio-stimolante. Le azioni principali della LLLT sono prevalentemente di tipo antiflogistico, biostimolante, antibatterico, analgico. L'azione biostimolante si esplica sul sistema immunitario, sul tessuto collagene, attraverso un'azione sui fibroblasti (in senso proliferativo), sul tessuto epiteliale (tramite aumento del turn-over cellulare e accelerazione della maturazione cellulare dagli strati più bassi fino allo strato corneo), sul tessuto osseo (attraverso azioni su osteoblasti, osteoclasti, fosfatasi alcalina, con un rimodellamento più rapido) e, infine, sul tessuto nervoso (con effetti rigenerativi e riparativi) (Sommer & Pinheiro 2001).

L'utilizzo della LLLT trova fondamento in un'accelerazione dei movimenti dentali, in associazione a riduzione contemporanea della sintomatologia dolorosa ad essi associata. Le applicazioni laser possono essere eseguite in modo puntiforme, oppure tramite scanner manuale o meccanico.

Il laser ha un effetto biostimolante nella rigenerazione ossea, il che è stato dimostrato nella sutura medio palatina durante una espansione rapida del palato (Saito 1997), e stimola anche la rigenerazione ossea dopo le fratture o nei siti di estrazione (Trelles 1987 & Takeda 1988). L'irradiazione laser a bassa energia aumenta la velocità del

movimento dentale attraverso l'attivazione del sistema RANK/RANKL e il fattore stimolante le colonie macrofagiche.

Gli esperimenti su animali hanno mostrato che il laser a basso livello può accelerare il movimento dentale. Per di più, sono stati fatti tentativi di test clinici nei quali sono state utilizzate differenti intensità di laser e sono stati ottenuti differenti risultati (Limpanichkul 2006 & Doschi-Mehta 2012). La terapia laser a basso livello può essere una tecnica molto utile per l'accelerazione del movimento dentale poiché aumenta l'entità del rimodellamento osseo senza effetti collaterali al parodonto. Il che porta ad una facilitazione dello spostamento ortodontico quasi doppia.

Gli studi sul laser a basso livello sono numerosi e con alti indici di evidenza scientifica, tutti i lavori dimostrano una netta accelerazione del movimento ortodontico con la laser terapia soprattutto nei primi tre mesi anche se ci sono valori discordanti sull'entità dei movimenti con i gruppi controllo ed anche se tutti i valori dimostrano un picco di accelerazione dei movimenti al secondo terzo mese di terapia.

Nell'approccio non chirurgico della facilitazione dello spostamento dentario, la terapia laser a basso livello è il metodo più promettente; tuttavia, sono stati mostrati risultati contraddittori. Questo è dovuto alle differenti energie, durata e disegno sperimentale. Inoltre, molti di questi esperimenti sono stati fatti in sole poche settimane, che è un periodo di tempo veramente breve per notare qualche effetto collaterale. (Youssef 2008)

L'approccio chirurgico è il più utilizzato clinicamente e il più testato, con previsioni e risultati stabili noti. Tuttavia, esso è invasivo, aggressivo, e costoso, e i pazienti non sono aperti alle idee che coinvolgono la chirurgia finché non si presenti come la sola opzione necessaria per avere una buona occlusione.

Metodiche Chirurgiche

L'approccio chirurgico comprende la chirurgia alveolare intersettale, l'osteotomia, la corticotomia e la piezocisione.

La **chirurgia alveolare intersettale** o distrazione osteogenetica è suddivisa in **distrazione parodontale** e **distrazione dentoalveolare**; queste tecniche trovano indi-

cazione prevalentemente nella retrazione rapida del canino. Nella distrazione parodontale, l'osso intersettale è indebolito di 1-1,5 mm del suo spessore distalmente al canino contestualmente all'estrazione del primo premolare la cavità è approfondita da una fresa rotonda fino alla lunghezza del canino, così questo ridurrà la resistenza nel versante di pressione. Infatti l'osso compatto sarà rimpiazzato dall'osso trabecolare e il movimento dentale sarà più facile e più veloce grazie alla riduzione della resistenza dell'osso (Ren & Lv 2007). Questi movimenti rapidi si verificano durante le fasi iniziali del movimento dentale specialmente nella prima settimana. La retrazione del canino sarà effettuata mediante l'attivazione di un dispositivo intraorale direttamente dopo la chirurgia. Con questa tecnica in circa 3 settimane si ottiene una completa retrazione del canino a livello della cavità del primo premolare estratto (Sukurica 2007).

La distrazione rapida dell'osso dentoalveolare del canino è fatta sulla base dello stesso principio della distrazione parodontale, con l'aggiunta di ulteriori dissezioni e osteotomie eseguite a livello vestibolare (Dibart 2010). Entrambe le tecniche accelerano il movimento dentale senza evidenze di significanti riassorbimenti radicolari, anchilosi e fratture radicolari. Rimane qualche dubbio tuttavia in particolar modo a lungo termine, sulla utilità del canino retratto. Quindi ci sono ancora alcune incertezze per quanto riguarda questa tecnica. Relativamente alle considerazioni se sia superiore dal punto di vista clinico la distrazione parodontale o quella dento-alveolare un trial clinico randomizzato, ha dimostrato che le due metodiche analizzate differiscono per grado di invasività e tecnica chirurgica: nella prima (PD) la porzione ossea attivata, mediante corticotomia, è esclusivamente quella rappresentata dall'alveolo post-estrattivo del quarto elemento; la seconda (DD), invece, prevede l'attivazione dell'osso alveolare circostante la radice del canino e l'eliminazione di ogni eventuale interferenza ossea interposta tra il terzo elemento e l'alveolo post-estrattivo del quarto. Dallo studio si evince la superiorità della seconda tecnica in termini di durata della terapia: il tempo necessario alla distalizzazione è stato di $19,5 \pm 1,70$ giorni per PD e $12,5 \pm 0,50$ giorni per DD. (Kharkar & Kotrashetti 2010)

Anche la **corticotomia** e l'**osteotomia** sono delle tecniche chirurgiche abbastanza invasive che sono state utilizzate clinicamente da molti anni per accelerare lo spostamento ortodontico. Con osteotomia si intende quell'intervento chirurgico nel quale, a livello dell'osso spongioso, è tagliato un segmento di osso ed è separato e poi spostato come un'unità (Wang & Lee 2009). La corticotomia è una delle procedure chirurgiche che è comunemente utilizzata e nella quale l'osso corticale è tagliato e perforato ma non viene interessato l'osso spongioso o midollare, in tal modo si ridurrà la resistenza dell'osso corticale e si accelererà il movimento dentale. L'approccio corticotomico è costituito dal sollevamento dei lembi a tutto spessore di grandi dimensioni e dall'utilizzo di frese o strumenti piezoelettrici per l'incisione corticale. Questa incisione della corticale vestibolare induce una modificazione del metabolismo osseo, provocando una transitoria osteopenia localizzata, definita rapid acceleratory phenomenon (fenomeno di accelerazione rapida, RAP).

Aboul-Ela et al. riportano in letteratura un trial clinico randomizzato, eseguito secondo la metodica split-mouth, in cui valutano su 13 pazienti adulti l'efficacia dell'associazione dell'intervento di corticotomia alla distalizzazione ortodontica dei canini, supportata dall'impianto di una minivite e successiva all'avulsione dei primi premolari. I quadranti trattati secondo le metodiche ortodontiche convenzionali hanno rappresentato il gruppo controllo. I risultati dello studio testimoniano una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi. L'associazione della corticotomia è risultata vantaggiosa in termini di tempo e di grado di distalizzazione. (Aboul-Ela & El-Beialy 2011)

Sempre per dimostrare la superiorità di quest'ultima associazione, nella distalizzazione degli elementi canini Sumit Yadav 2011. esegue un ulteriore trial clinico randomizzato, trattando due gruppi, composti da 6 pazienti ciascuno, rispettivamente con una terapia ortodontica tradizionale e con una terapia ortodontica assistita da corticotomia. Nel primo gruppo la distalizzazione dei canini è stata ottenuta in 164,83 giorni, con uno spostamento di 1,5 mm al mese; nel secondo gruppo, invece, la stessa è

stata ottenuta in 9,66 giorni, con uno spostamento di 0,8 mm al giorno. Dall'analisi dei risultati si evince che la durata della terapia risulta significativamente ridotta nel gruppo trattato mediante l'associazione della corticotomia alla terapia tradizionale. (Sumit Yadav 2011)

Il discomfort post-operatorio, dovuto principalmente all'invasività dell'atto chirurgico, rappresenta uno dei principali limiti dei trattamenti ortodontici assistiti da corticotomia. Per far fronte a tale problema, negli anni successivi all'introduzione della tecnica di Wilcko numerosi autori hanno proposto metodiche chirurgiche alternative, con lo scopo di ridurre la morbilità dell'intervento. (Wilcko 2000).

La metodica "Corticision" viene introdotta nel 2006 da Park; con essa è esclusa la necessità di eseguire un lembo gengivale e la corticotomia viene eseguita, per mezzo di martelli e scalpelli chirurgici, attraverso un'incisione mucosa lineare. La durata complessiva dell'intervento risulta certamente ridotta, ma non l'aggressività della tecnica chirurgica. (Park & Kang 2006) .L'innesto concomitante di materiale osseo è, peraltro, impossibile Hernández-Alfaro et al. propongono una tecnica di corticotomia mini-invasiva, endoscopicamente assistita, come alternativa alla tradizionale procedura chirurgica, al fine di ridurre la durata, la complessità e la morbilità dell'intervento, massimizzandone, al contempo, il grado di precisione (Hernández-Alfaro &Guijarro-Martinez 2012). Nel 2007 Vercellotti propone una nuova tecnica ortodontica chirurgicamente assistita, in grado di ridurre la durata totale della terapia di circa il 60%-70%. Essa prevede lo scollamento di un singolo lembo mucoso a spessore totale vestibolare e l'esecuzione della corticotomia mediante l'utilizzo di strumenti piezoelettrici. Pur riducendo così il rischio di necrosi ossea, l'invasività dell'intervento, dovuta principalmente all'esecuzione del lembo mucoso, non pare essere diminuita(Vercelotti &Podesta 2007).

Una delle ultime tecniche nell'accelerazione del movimento dentale è la tecnica **piezocision**, cioè una **corticotomia piezochirurgicamente indotta**. Dibart fu tra i primi ad applicare la tecnica piezocision, la quale inizia con un'incisione primaria posizio-

nata nella gengiva vestibolare seguita da una incisione con il bisturi Piezo nella corticale buccale (Mittal & Singla 2011). Si tratta di una procedura minimamente invasiva che combina microincisioni, mucose e corticali con l'uso di strumenti piezoelettrici e innesto osseo o di tessuto molle, concomitanti, attraverso un approccio mediante tunnelizzazione. La tecnica piezocision non causa nessun danno parodontale come riportato da Hassan (Hassan & Sa 2011). Un altro beneficio di questa tecnica è che può essere utilizzata con Invisalign, che porta a un migliore aspetto estetico e a un minor tempo di trattamento, come riportato da Keser (Keser & Dibart 2011). Piezocision è una promettente tecnica di accelerazione dentale grazie ai suoi vari vantaggi negli aspetti parodontale, estetico e ortodontico. Piezocision dimostra esiti clinici simili se confrontato con l'approccio classico di corticotomia, ma in più ha i seguenti vantaggi: è minimamente invasivo, praticamente atraumatico per il paziente. In genere richiede un'ora per completare entrambe le arcate rispetto alle tre o quattro ore della corticotomia a lembo; necessita di una curva di apprendimento molto breve, è praticabile anche in studi non dotati di attrezzature chirurgiche. È una tecnica versatile che può essere utilizzata in modo segmentario o sequenziale, permettendo, al momento dell'innesto di tessuti molli, di correggere se necessario i difetti mucogengivali, così come un innesto osseo in aree selezionate tramite tunnelizzazione localizzata. Piezocision si dimostra quindi efficiente dal punto di vista del paziente e del medico, con vantaggi che dovrebbero portare a una maggiore accettazione nella comunità odontoiatrica. (Mittal & Sharma 2011)

Un singolo studio, riportato in letteratura, si propone di comparare l'uso della strumentazione piezoelettrica e quello dei convenzionali strumenti rotanti nell'esecuzione dell'intervento di corticotomia, valutando la durata della procedura e l'Oral Health-Related Quality of Life (OHRQoL).

Il trial clinico prevede la suddivisione randomizzata di 12 pazienti, con età compresa tra i 12 e i 17 anni, in due gruppi: il primo trattato mediante corticotomia eseguita con strumentazione rotante e il secondo, in cui il medesimo intervento viene praticato mediante strumentazione piezoelettrica. Dai risultati si evince che non esiste una dif-

ferenza significativa tra le due procedure utilizzate in termini di OHRQoL, ma solo in termini di durata dell'intervento. Il tempo impiegato per eseguire la corticotomia con la strumentazione piezoelettrica è risultato maggiore (35,3-32,6 minuti) rispetto a quello impiegato con la strumentazione rotante (27,1-29,2 minuti). (Cassetta & Di Caro 2012)

La letteratura considera l'uso di tecniche chirurgiche per l'accelerazione dei movimenti dentali sicuro, efficace e altamente prevedibile, associabile a una riduzione della durata della terapia. È al contempo riportata l'assenza di complicanze cliniche e radiografiche, quali fratture o riassorbimenti radicolari, perdita di vitalità e anchilosi degli elementi coinvolti, formazione di deiscenze dei tessuti duri e molli.

Shoreibah et al. rilevano che i pazienti trattati con la terapia ortodontica tradizionale manifestano un grado di riassorbimento del terzo apicale maggiore rispetto a quelli trattati con la terapia ortodontica assistita da corticotomia. Tale risultato è presumibilmente attribuibile alla minore durata della terapia. (Shoreibah & Salama 2012)

Oztürk et al. affermano che l'osteotomia palatale mediana e la procedura di corticotomia, eseguita a una distanza di almeno 5 mm dagli apici radicolari degli elementi dentali coinvolti, non determinano effetti avversi concernenti la vascolarizzazione endodontica. (Ozturk & Doruk 2003)

Sumit Yadav rileva che i pazienti in cui la distalizzazione degli elementi canini è eseguita mediante distrazione osteogenica manifestano un grado di perdita di attacco parodontale inferiore rispetto a quelli trattati per mezzo dell'ortodonzia convenzionale.

Aboul-Ela et al. non riscontrano alcuna variazione significativa dell'indice di placca, della profondità di sondaggio, del grado di recessione gengivale e della perdita di attacco in pazienti trattati con distalizzazione canina associata a corticotomia.

Di contro, viene riportato in letteratura il verificarsi di ematomi sub-cutanei della faccia e del collo in seguito a corticotomie intensive (Neyt & Mommaerts 2002), dolore e sanguinamento protratto per alcuni giorni (Kisnisci & Iseri 2002), edema minimo o moderato nel post-operatorio e aumento del Gingival Index nei quadranti operati (Long & Pyakurel 2013). Un singolo autore suggerisce che l'innesto di materiale os-

seo possa causare alterazioni dell'estetica facciale e compromissione della stabilità del risultato finale. (Ferguson & Wilcko 2001)

Conclusioni

Il futuro dell' accelerazione ortodontica vede la tecnica piezocision e il laser a basso livello come strumenti da utilizzare anche se l'esiguo numero di pubblicazioni sul piezocision e laser a basso livello rende chiaramente necessaria l'esecuzione di nuovi studi clinici randomizzati su pazienti, volti a confermare i vantaggi del trattamento ortodontico chirurgicamente assistito da piezocision , e della terapia con il laser a basso livello durante il trattamento ortodontico valutandone i risultati a lungo termine.

Le ricerche scientifiche volte ad indagare gli effetti dell'applicazione della LLLT nella pratica ortodontica e della Piezocision devono essere incrementate, in modo che si possano fornire risultati conclusivi al riguardo, anche in considerazione del costo elevato delle apparecchiature. Tutto ciò con la possibilità eventuale, per l'ortodontista, di poter fruire di uno strumento che consenta l'esecuzione di trattamenti ortodontici più rapidi e meno dolorosi per il paziente.

BIBLIOGRAFIA

- Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA.(2011) **Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics.** *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:252–259.
- Cassetta M, Di Carlo S, Giansanti M, Pompa V, Pompa G, Barbato E.(2012) **The impact of osteotomy technique for corticotomy-assisted orthodontic treatment (CAOT) on oral health-related quality of life.** *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2012 Nov;16(12):1735–40.
- Davidovitch Z. (1991) **Tooth movement.** *Crit Rev Oral Biol Med.* 1991; 2(4):411–50.
- Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL.(1988) **Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics.** *Dent Clin North Am.* 1988; 32(3):411–35.
- Dibart S, Surmenian J, Sebaoun JD, Montesani L. (2010) **Rapid treatment of ClassII malocclusion with piezocision: two case reports.** *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010; 30(5):487–93.
- Drugarin DDM, Negru S, Cioace R. (2003) **RANKL/RANK/OPG molecular complex control factors in bone remodeling.** *TMJ.* 2003; 53:296–302.
- Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA.(2012) **Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation.** *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 141(3):289–97.
- Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT.(2001). **Accelerating orthodontics by altering alveolar bone density.** *Good Practice* 2001;2:2-4.
- Fisher MA, Wenger RM, Hans MG.(2010) **Pretreatment characteristics associated with orthodontic treatment duration.** *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:178–186.
- Hassan NHANE, Sa IT.(2011) **The effect of using piezocision technique in orthodontic tooth movement on the periodontal condition.** *Egypt Dent J.* 2011; 57:3047.
- Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R(2012). **Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report.** *J Periodontol* 2012 May;83(5):574–80.
- Iseri H, Kisanisci R, Bzizi N, Tuz H(2005). **Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis.** *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 127(5):533–41.
- Keser EI, Dibart S(2011). **Piezocision-assisted Invisalign treatment.** *Compend Contin Educ Dent.* 2011; 32(2):46–8. 50–41.
- Kharkar VR, Kotrashetti SM, Kulkarni P.(2010) **Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: a pilot study.** *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery* 2010 Nov;39(11):1074-9.
- Kim SJ, Kang YG, Park JH, Kim EC, Park YG.(2013) **Effects of low-intensity laser therapy on periodontal tissue remodeling during relapse and retention of orthodontically moved teeth.** *Lasers Med Sci.* 2013; 28(1):325–33.
- Kim DH, Park YG, Kang SG(2008). **The effects of electrical current from a micro-electrical device on tooth movement.** *Korean J Orthod.* 2008;38:337–346.
- Krishnan V, Davidovitch Z.(2006) **Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force.** *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 29(4):469. e461-432.
- Kisanisci RS, Iseri H, Tuz HH, Altug AT. (2002) **Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction.** *J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 60(4):389–94. 56.
- Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita DD, Moon HB, Ferguson DJ, Yen S(2008). **Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ.** *J Dent Res.* 2008; 87(9):861–7.
- Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. (2006) **Effects of low level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement.** *Orthod Craniofac Res.* 2006; 9(1):38–43.
- Liou EJ, Huang CS.(1998) **Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament.** *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114:372–382.
- Long H, Pyakurel U, Wang Y, Liao L, Zhou Y, Lai W. (2013) **Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review.** *Angle Orthod* 2013 Jan;83(1):164-71.
- Meikle MC. (2006) **The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt.** *Eur J Orthod.* 2006;28(3):221–40.
- Mittal SKS, Singla A.(2011) **Piezocision assisted orthodontics: a new approach to accelerated orthodontic tooth movement.** *Innovative Dentistry.* 2011; 1:1.

- Neyt NM, Mommaerts MY, Abeloos JV, De Clercq CA, Neyt LF.(2002) **Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities.** *J Craniomaxillofac Surg* 2002 Jun;30(3):139-43.
- Nishijima Y, Yamaguchi M, Kojima T, Aihara N, Nakajima R, Kasai K.(2006). **Levels ofRANKL and OPG in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement and effect of compression force on releases from periodontalligament cells in vitro.** *OrthodCraniofac Res.* 2006; 9(2):63–70.
- Oshiro T, Shiotani A, Shibasaki Y, Sasaki T.(2002) **Osteoclast induction inperiodontal tissue during experimental movement of incisors inosteoprotegerin-deficient mice.** *Anat Rec.* 2002; 266(4):218–25.
- Oztiirk M, Doruk C, Ozeç I, Polat S, Babacan H, Biçakci AA. (2003) **Pulpal blood flow: effects of corticotomy and midline osteotomy in surgically assisted rapid palatal expansion.** *J Craniomaxillofac Surg* 2003 Apr;31(2):97-100.
- Park YG, Kang SG, Kim SJ.(2006) **Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm.** *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujyutsu Taikai, Sokai* 2006;48:6.
- Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D.(2007) **Rapid orthodontic toothmovement aided by alveolar surgery in beagles.** *Am J OrthodDentofacialOrthop.* 2007; 131(2):160. e161-110.
- Saito M, Saito S, Ngan PW, Shanfeld J, Davidovitch Z. (1991)**Interleukin 1 betaand prostaglandin E are involved in the response of periodontal cells tomechanical stress in vivo and in vitro.** *Am J OrthodDentofacialOrthop.*1991; 99(3):226–40.
- Sayin S, Bengi AO, Gurton AU, Ortakoglu K.(2004) **Rapid canine distalizationusing distraction of the periodontal ligament: a preliminary clinical validation of the original technique.** *Angle Orthod.* 2004; 74(3):304–15.
- Shoreibah EA, Salama AE, Attia MS, Abu-Seida SM.(2012) **Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique.** *J Int Acad Periodontol* 2012 Oct;14(4):97-104.
- Showktbakhsh R, Jamilian A, Showktbakhsh M.2010 **The effect of pulsed electromagnetic filedson the acceleration of tooyh movement.***World J Orthod.* 2010;11:e52-e56.
- Simonet WS, Lacey DL, Dunstan CR, Kelley M, Chang MS, Luthy R, NguyenHQ, Wooden S, Bennett L, Boone T, Shimamoto G, DeRose M, Elliott R,Colombero A, Tan HL, Trail G, Sullivan J, Davy E, Bucay N, Renshaw-Gegg L,Hughes TM, Hill D, Pattison W, Campbell P, Sander S, Van G, Tarpley J,Derby P, Lee R, Boyle WJ.(1997) **Osteoprotegerin: a novel secreted proteininvolved in the regulation of bone density.** *Cell.* 1997; 89(2):309-19.
- Sommer A P , Pinheiro A L , Mester A R , Franke R P , Whelan H T .(2001) **Biostimulatory window in low-intensity laser activation: lasers, scanners, and Nasa's light emitting diode array system .** *J Clin Laser Med Surg* 2001 ; 19 : 29 - 33 .
- Suda T(1999).**Osteoblasts/stromal cells stimulate osteoclast activation throughexpression of osteoclast differentiation factor/RANKL but not macrophage colony-stimulating factor: receptor activator of NF-kappa B ligand.** *Bone.* 1999; 25(5):517–23.
- Sukurica Y, Karaman A, Gurel HG, Dolanmaz D. **Rapid canine distalizationthrough segmental alveolar distraction osteogenesis.** *Angle Orthod.* 2007; 77(2):226–36.
- Sumit Yadav. **A study of rapid canine retraction through dentoalveolar distraction osteogenesis in comparison with conventional method of canine retraction with the preadjusted edgewise appliance system “a clinical study”**
- Takeda Y.(1988) **Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone aftertooth extraction. Experimental study in rats.***Int J Oral Maxillofac Surg.*1988; 17(6):388–91.
- Trelles MA, Mayayo E(1987). **Bone fracture consolidates faster with low-powerlaser.** *Lasers Surg Med.* 1987; 7(1):36–45.
- Udagawa N, Takahashi N, Jimi E, Matsuzaki K, Tsurukai T, Itoh K, NakagawaN, Yasuda H, Goto M, Tsuda E, Higashio K, Gillespie MT, Martin TJ, Yamaguchi M.(2009) **RANK/RANKL/OPG during orthodontic tooth movement.***OrthodCraniofac Res.* 2009; 12(2):113–9.
- Vercellotti T, Podesta A.(2007) **Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement.** *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:325-31.
- Wang L, Lee W, Lei DL, Liu YP, Yamashita DD, Yen SL(2009). **Tissue responses incorticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histologyand immunostaining.** *Am J OrthodDentofacialOrthop.* 2009; 136(6):770.e771-711; discussion 770–771.
- Wilcko MW, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ(2000). **Accelerated orthodontics with alveolar reshaping.** *J Ortho Practice* 2000;10:63-70.
- Youssef M , Ashkar S , Hamade E , Gutknecht N , Lampert F , Mir M .(2008) **The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study .** *LaserMed Sci* 2008 ; 23 : 27 - 33 .