

Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Scienze Biomediche, Chirurgiche e Odontoiatriche
Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Odontostomatologiche
Dott.ssa Valentina Lanteri

Università degli Studi di Milano

Dottorato di Ricerca in Scienze Odontostomatologiche - XXIX Ciclo



Tesi di Dottorato di Ricerca

**CAMBIAMENTI TRIDIMENSIONALI DEL MASCELLARE SUPERIORE
DOPO ESPANSIONE CON *Leaf Expander*® IN UN CAMPIONE
DI PAZIENTI IN ETA' EVOLUTIVA**

Valutazione mediante sovrapposizione di modelli digitali e di CBCT

**MAXILLARY TRIDIMENSIONAL CHANGES AFTER EXPANSION WITH
Leaf Expander® IN A SAMPLE OF GROWING PATIENTS
Evaluation by digital models and CBCT superimpositions**

Relatore Chiar.mo
Prof. Giampietro Farronato

Candidato
Dott.ssa Valentina Lanteri

Coordinatore del Dottorato ***Prof. Massimo Del Fabbro***

Indice

- Ringraziamenti	3
- Abstract	4
- Riassunto	5
- Summary	6
- Introduzione	7
- Descrizione del Dispositivo <i>Leaf Expander</i>	14
- Materiali e Metodi	22
- Protocollo di Gestione Clinica del <i>L.E.</i>	29
- Studio Pilota I	31
• Analisi dei modelli digitali	31
• Risultati	33
- Studio Pilota II	36
• Valutazioni radiografiche (CBCT)	36
• Risultati	37
- Discussione	41
- Conclusioni	45
- Bibliografia	47

Ringraziamenti

Desidero ringraziare in primo luogo il *Prof. Roberto Weistein* e il *Prof. Massimo Del Fabbro*, per la grande professionalità e l'impegno profusi nella realizzazione delle alte finalità della Scuola di Dottorato.

Un ringraziamento particolarmente caloroso voglio dedicarlo al mio Tutor, *Prof. Giampietro Farronato*, per la sua guida infaticabile e attenta lungo gli impervi sentieri della scienza.

Un grazie di cuore va all'amico-collega *dott. Matteo Beretta* per il suo prezioso e insostituibile contributo allo sviluppo delle mie ricerche.

Un affettuoso ringraziamento per l'amicizia e la vicinanza ai miei compagni di studi, in particolare modo al *dott. Gianguido Cossellu* con il quale ho condiviso molti momenti di grande impegno ed anche di soddisfazione per tanti obiettivi raggiunti insieme.

ABSTRACT

Il deficit trasversale del mascellare con morso incrociato posteriore, è probabilmente il problema di più frequente riscontro in Ortodonzia intercettiva. Molti apparecchi vengono abitualmente impiegati per espandere i diametri trasversali mascellari, dalle caratteristiche tecniche e biomeccaniche differenti, con l'obiettivo di ottenere effetti dentali minimi e massimi effetti scheletrici. Molti studi hanno dimostrato che l'espansione mascellare lenta può avere effetti ortopedici nei bambini. La discrepanza mascellare può essere risolta in dentatura mista precoce con il **Leaf Expander** ancorato sui II molari decidui, senza effetti nocivi sulla dentatura permanente, senza collaborazione e senza dolore per il paziente. I primi risultati pubblicati dimostrano l'efficacia, l'efficienza e la facilità d'impiego del *L.E.* nei soggetti in crescita. Lo scopo di questa ricerca è quello di valutare gli effetti clinici di un espansore a molle in nichel-titanio, caratterizzato dagli elementi attivi a balestra, il *Leaf Expander (L.E.)*.

PAROLE CHIAVE: *deficit mascellare, espansione mascellare ortopedica, espansione mascellare ortodontica, espansione mascellare lenta, ortodonzia intercettiva, morso crociato posteriore, shift mandibolare, ni.ti. Leaf Expander*

ABSTRACT

The maxillary discrepancy with posterior cross bite, probably is the most common problem in early treatment. Many devices are usually employed to increase the transverse diameters, with different technical characteristics and biomechanical aspects; the objective is to obtain minimal dental effects with the maximum skeletal effects. A lot of studies have shown that slow maxillary expansion can have orthopedic effects in children. The maxillary discrepancy can be solved in the early mixed dentition by the **Leaf Expander** device anchored to the II deciduous molars, avoiding negative effects on the permanent teeth, without compliance or pain for the patient. The first clinical results published prove the effectiveness, efficiency, and easiness of use of the *L.E.* for maxillary expansion in growing patients. The goal of this research is to evaluate the clinical effects of the niti spring-activated expander, characterized by a leaf shaped active the *Leaf Expander (L.E.)*.

KEY WORDS: *maxillary discrepancies, orthopaedic maxillary expansion, orthodontic maxillary expansion slow maxillary expansion, early treatment, posterior cross bite, mandibular side shift, ni.ti. Leaf Expander (L.E.)*

RIASSUNTO

Scopo del lavoro: valutare le modificazioni trasversali delle arcate ottenuti con un'espansione lenta, con forze leggere ed alto controllo del movimento, su un campione di pazienti in crescita, con insufficienza trasversale del mascellare.

Materiali e Metodi: sono stati inclusi nello studio n° 10 pazienti (n° 3 maschi, n° 7 femmine) con un'età media di 7 anni 5 mesi +/- 7 mesi, trattati con espansione mascellare lenta per la correzione di cross bite posteriore monolaterale (con shift mandibolare), mediante il dispositivo denominato *Leaf Expander (L.E.)*, ancorato sui secondi molari decidui.

Su questo campione di n° 10 pazienti sono stati eseguiti due diversi Studi Pilota.

- **Studio Pilota I** In tutti i pazienti (n° 10) sono stati realizzati modelli digitali delle arcate dentarie prima dell'inizio del trattamento (T1) e a fine terapia, al momento della rimozione dell'espansore *L.E.* (T2). I modelli sono stati analizzati rilevando n° 5 parametri lineari: 1) distanza intermolare sup. (molari permanenti) 2) distanza intermolare sup. (molari decidui) 3) distanza intercanina superiore 4) distanza intermolare inferiore (molari permanenti) 5) distanza intercanina inferiore
- **Studio Pilota II** In n° 5 pazienti, con deficit di spazio a carico dei canini superiori, è stata effettuata una tomografia computerizzata *cone beam* (CBCT) prima dell'inizio del trattamento (T1), seguita da una CBCT al momento della rimozione del *L.E.* (T2). Sono state eseguite misurazioni e sovrapposizioni al fine di valutare n° 3 parametri, i più significativi secondo la letteratura: 1) ampiezza nasale 2) ampiezza mascellare a livello dei II molari decidui 3) ampiezza mascellare a livello di primi molari permanenti

Risultati: In tutti i pazienti si è realizzata la correzione del cross bite posteriore, con 4 mesi di trattamento in media. Tutti i parametri oggetto di valutazione, dentali e scheletrici, relativi all'arcata superiore, sono aumentati significativamente durante la fase di espansione lenta mascellare. Il percorso eruttivo e la prognosi dei canini inclusi risultano migliorati. Per quanto riguarda l'arcata mandibolare abbiamo rilevato la riduzione del diametro intermolare 6-6 e l'incremento del diametro intercanino.

Conclusioni: i risultati dei due *Studi Pilota* convalidano l'efficacia dell'espansore lento *Leaf Expander*, nel trattamento delle insufficienze trasversali del mascellare, nel giovane paziente, con azione sia dentoalveolare sia scheletrica.

SUMMARY

Aim of the research: The purpose of this study was to evaluate and compare the dental and bone effects of slow maxillary expansion, with low forces and high movement control, in a sample of young patients with unilateral transversal maxillary deficiency, with mandibular shift.

Materials and method: the study included 10 patients (3 male and 7 female) with an average age of 7.5 yrs +/- 7months, treated with a slow maxillary expansion by *Leaf Expander* appliance .

- **Pilot Study I:** for all ten patients, the digital models were made at the beginning of the therapy (T1), at the end of expansion (T2). Five parameters were measured with the cast analysis: 1) the distance between the first upper permanent molars 2) the distance between the upper second deciduous molars 3) the distance between the upper canine cusps 4) the distance between the lower molars 5) the distance of the lower canine cusps.
- **Pilot Study II:** for only 5 patients, with loss of space for upper cusps, a *cone beam computed tomography* (CBCT) have been performed at the beginning of the therapy (T1) and after expansion (*L.E.* remotion) (T2). Measurement and superimpositions have been made to evaluate the three parameters, most relevant on basis of literature: 1) nasal width 2) basal bone 3) intermolar diameter at II deciduous molars

Results: In all the patients the complete correction of posterior cross bite was completed in 4 months, on average. Significant increases in the dental and skeletal transversal diameters were obtained with slow maxillary expansion. Increases were also obtained about anterior mandibular arch (+ 1mm).

Conclusions: the **Pilot Studies** performed confirm the soundness of *Leaf Expander* appliance in the transversal deficiency correction with a both dental-alveolar and skeletal action in the treatment of young patients.

Introduzione

Lo studio della *insufficienza trasversale dell'arcata mascellare* è un tema centrale in ortognatodonzia, per le complesse correlazioni con numerose condizioni patologiche e/o disfunzionali, oltre che per i molteplici fattori eziologici che la caratterizzano e le conseguenti numerose soluzioni terapeutiche proposte. A questo proposito **Cacciatore G, Allegrini S, Franchi L, Lanteri C.** hanno raccolto in modo sistematico, mediante appositi questionari, le opinioni dei relatori intervenuti al Workshop on early treatment, SIDO International Spring Meeting di Torino 2014: *“The most commonly known orthodontic problem addressed with one phase of early treatment was posterior cross bite (according to 92.31% of the speakers).”* Alla evidenza clinica, testimoniata dalla mole di ricerche e di protocolli terapeutici proposti nell’arco degli anni, non fa riscontro una altrettanto chiara evidenza scientifica.

Harrison JE e Ashby D, in The Cochrane Database of Systematic Reviews (2005), *Orthodontic treatment for posterior cross bites*, affermano che la loro correzione precoce sembra prevenire il suo passaggio alla dentatura permanente ma che questo è basato soltanto su due piccoli studi, citati dagli Autori: i trials di Lindner (1989) e di Thilander (1984). Questi trials suggeriscono che la rimozione di contatti prematuri sui denti decidui è una procedura efficace per prevenire il perpetuarsi del cross bite in dentatura permanente. Se il molaggio selettivo non risulta sufficiente, l’espansione mediante una placca rimovibile riduce il rischio. Quando il cross bite è monolaterale, la mandibola deve muoversi lateralmente per permettere ai denti posteriori di venire in contatto tra loro. Questo movimento, a lungo termine può comportare conseguenze negative per lo sviluppo della dentatura e dei mascellari.

Molti tipi di trattamento sono stati impiegati per correggere il cross bite e far cessare lo shift mandibolare. Sempre dallo studio di Harrison emerge però che i confronti tra diversi trattamenti, basati sui trials pubblicati da Asanza (1997), Sandikçioğlu (1997), Mossaz-Joëlsen (1989), Schneidman (1990), Ingervall (1995) non portano risultati conclusivi a causa delle piccole dimensioni degli studi.

Lagravère MO, Major PW e Flores-Mir C. nella loro review (*Skeletal and dental changes with fixed slow maxillary expansion treatment: a systematic review.* J

Am Dent Assoc. 2005) precisano di non aver trovato nessuna precedente revisione sistematica o metanalisi mirata sulla SME (*slow maxillary expansion*). Nel loro studio vengono prese in considerazione le modificazioni scheletriche e dentali dopo espansione lenta con dispositivi fissi, in pazienti con deficit mascellare. A tal fine vengono inclusi nella loro valutazione i trials basati su modelli o su esami cefalometrici ed esclusi i casi chirurgici o con altri interventi contemporanei all'espansione. Gli Autori hanno trovato soltanto un livello basso di evidenza; pertanto i clinici, in tema di SME, devono affidarsi alla propria esperienza e all'opinione degli esperti.

Lippold C, Stamm T, Meyer U, Végh A, Moiseenko T, Danesh G hanno eseguito un trial clinico randomizzato allo scopo di valutare l'effetto del trattamento precoce rispetto alla normale crescita sul cross bite funzionale monolaterale posteriore in dentatura decidua tardiva e in dentatura mista precoce, mediante analisi di modelli tridimensionali (*Early treatment of posterior cross bite - a randomised clinical trial*. Trials 2013). I risultati hanno evidenziato significative differenze tra il gruppo controllo e il gruppo dopo terapia, per quanto riguarda le dimensioni anteriori, mediane e posteriori del mascellare, la profondità del palato, la lunghezza della base ossea palatina, la lunghezza dell'arcata mascellare, la deviazione della linea mediana, l'overjet e l'overbite. Le conclusioni del RCT sono: *"Dental occlusion is significantly improved, and the prognosis for normal craniofacial growth is enhanced."*

Le ricerche effettuate sulla prevalenza di questa malocclusione sono numerosi e riportano dati molto disomogenei. La presenza di compensi dentoalveolari sul piano trasversale, rappresentati dalla vestibolo-versione degli elementi posteriori mascellari e dalla linguo-versione dei settori posteriori mandibolari, può infatti indurre a sottostimare la reale entità di contrazione del mascellare superiore e generare valutazioni molto differenti. La frequenza del crossbite nella popolazione può variare dal 3.7%, rilevato da Ferro R et al (*Prevalence of cross-bite in a sample of Italian preschoolers* Eur J Paediatr Dent. 2016 Dec;17(4):307-309) fino al 30 % di altri studi. La variabilità dei dati è confermata anche dalla recente revisione di 38 articoli, pubblicati negli ultimi 10 anni, selezionati su una base iniziale di 650, eseguita da Bazzini E et al (*Valutazione della prevalenza dei differenti tratti malocclusivi: revisione della letteratura*, Il Dentista Moderno 2016 3:84-105).

I dati riferiti al cross bite posteriore sono riassunti nella tabella che segue.

Autore	Nazione	Età (anni)	Ampiezza campione	Cross-bite posteriore
Sousa ²	Brasile	3-5	732	11,6% (10,6% unilaterale, 1% bilaterale)
Behbehani ⁶	Kuwait	13-14	1299	25,2% (18,9% unilaterale, 6,3% bilaterale)
Soha ⁷	Asia (Cina, India, Malesia)	17-22	339	16,8%
Gábris ⁸	Ungheria	16-18	483	10,6% (7,9% unilaterale, 0% bilaterale, 2,7% dente singolo)
Šidlauskas ⁹	Lituania	7-15	1681	8,8% (6% unilaterale, 2,8% bilaterale)
Borzabadi-Farahani ¹²	Iran	11-14	502	12,4% (8,4% monolaterale, 2% bilaterale)
Celikoglu ¹⁴	Turchia	12-25	1507	31% (15% unilaterale, 16% bilaterale)
Jonsson ¹⁸	Islanda	31-44	829	11,9%
Gois ²⁰	Brasile	7-10	212	29,2%
Ciuffolo ²¹	Italia	10-14	810	12,2%
Dacosta ²²	Lagos	1-50	633	19,6% (10% unilaterale, 9,6% bilaterale)
Dos Santos ²³	Brasile	5-6	1385	14,6%
Uematsu ²⁴	Giappone	15-16	2378	-
Krasteva ²⁵	Bulgaria	7-17	883	10,53%

Da "Il Dentista Moderno" (marzo 2016)

Il cross bite è solo una delle manifestazioni cliniche della contrazione mascellare che in realtà condiziona problemi evidenziabili negli altri piani dello spazio e si può riscontrare in tutti i tipi di malocclusione. La possibilità che si verifichi un'autocorrezione spontanea del difetto in caso di cessazione dei fattori eziologici, quali alcune abitudini viziate, sono alquanto ridotte (da 0% a 9%) (cfr Viggiano D, Fasano D, Monaco G, Strohmenger L. *Breast feeding, bottle feeding, and non-nutritive sucking; effects on occlusion in deciduous dentition*, Arch Dis Child. 2004 Dec;89(12):1121-3). Analogamente è bassa la probabilità di insorgenza tardiva del cross bite (7%), (da Kennedy D, Osepchooc M,: *Unilateral Posterior Cross bite with Mandibular Shift: A Review* J Can Dent Assoc 2005).

E' ben noto invece che la possibilità di realizzare l'espansione delle basi ossee mascellari diminuisce con il crescere dell'età. In linea con gli attuali orientamenti in ortodonzia intercettiva, rivolti verso principi di ortopedia dento-facciale precoce ed a modalità di trattamento di tipo non estrattivo, la correzione del deficit trasverso del mascellare superiore è unanimemente considerata come una procedura da eseguirsi precocemente. L'espansione del mascellare superiore infatti risulta agevole durante l'infanzia fino alla completa ossificazione delle suture circummascellari e fino a che la sutura palatina mediana si mantiene fibrosa e scarsamente interdigitata. Se effettuata nel contesto di una diagnosi e di un timing corretti, può risolversi in una terapia breve, non invasiva e predicibile, in grado di ridurre la necessità o per lo meno la complessità di una seconda fase ortodontica o ortodontico-chirurgica. Ne consegue la necessità di una accurata valutazione diagnostica precoce che permetta di classificare i

pazienti in base alla tipologia di deficit mascellare che li caratterizza e indirizzarli verso i protocolli clinici più appropriati.

La maggior parte degli Autori che si sono interessati nell'attività della sutura medio-palatina (Sicher 1965, Persson 1973, Persson e Thilander 1977) sostengono che la sutura inizia ad obliterarsi intorno ai 14-16 anni di età e completa la sua ossificazione dopo il 30° anno, anche se non mancano significative eccezioni. **Epker e Wolford** nel 1980 affermarono che le procedure espansive nel soggetto di età superiore ai 16 anni risultano difficoltose a causa della fusione del sistema circummascellare di suture, indicando nel tipping dei molari, nel bending dei processi alveolari e nel rischio di fenestrazioni, i rischi maggiori dell'espansione ortopedica a fine crescita.

Secondo **Profitt W.R.** l'età media oltre la quale è meno probabile ottenere una espansione ortopedica è di 15-16 anni nei maschi e di 13-14 anni nelle femmine. (*Ortognatodonzia moderna, Masson, 2007*).

Le apparecchiature per l'espansione rapida del palato offrono ottimi esempi di modificazione ortopedica con cambiamenti che tendono a mantenersi più stabili nel tempo. Allo stato attuale sappiamo che la risposta dei tessuti suturali alle forze meccaniche è influenzata da: direzione della forza, intensità della forza, durata della forza, morfologia della sutura ed età del soggetto.

Nel tempo il design dell'espansore ha subito continue modificazioni e/o integrazioni. Farronato GP, Cordasco G, Farronato D, Esposito L, Briguglio E., ad esempio, hanno proposto una modifica della struttura tipica dell'espansore, inserendo la possibilità di effettuare un'attivazione sagittale, grazie ad una vite addizionale collocata perpendicolarmente alla vite principale. Questa soluzione risulta particolarmente indicata nei casi complessi con cross bite posteriore e anteriore (*The transverse sagittal maxillary expander. J Clin Orthod. 2007*).

Wertz (1970), Brossman e coll. (1973), Haas (1970), Krebs (1959-1974), Cotton (1978) e molti altri hanno dimostrato con metodiche varie, compresi gli impianti metallici, come la diastasi dei due emimascellari avvenga a ventaglio, con fulcro situato a livello delle suture fronto-maxillo-nasali. Le connessioni anatomiche con la base del cranio e con le arcate zigomatiche impediscono una diastasi alta, mentre si verifica una inclinazione laterale che determina una apertura triangolare con base a livello della zona incisiva e estremità superiore in corrispondenza dell'apice della piramide nasale.

Questo meccanismo rende ragione dell'incremento del diametro delle vie aeree nasali e del conseguente miglioramento del flusso aereo che è stato studiato da numerosi Autori quali Hershey (1976), Warren (1987), Vig (1979), Hartgerink (1988), con risultati spesso discordanti che indicano la sostanziale impossibilità di prevedere le risposte individuali dei pazienti, sotto questo profilo.

Con le più moderne tecniche di imaging è possibile dimostrare addirittura significative, anche se limitate, modificazioni dimensionali delle orbite a seguito di RME (cfr Sicurezza E, Palazzo G, Leonardi R: *Three-dimensional computerized tomographic orbital volume and aperture width evaluation: a study in patients treated with rapid maxillary expansion*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011).

Studi istologici hanno però dimostrato microfratture della sutura e specialmente i riassorbimenti radicolari esterni nei trattamenti con espansione rapida. Già nel 1978 *Cotton* critica l'espansione rapida per le forze eccessive che agiscono per un periodo troppo breve. In tali condizioni la insufficiente evoluzione istologica dei tessuti giustificherebbe l'alto tasso di recidive. Dopo un esperimento condotto su scimmie, lo stesso Cotton giunge alla conclusione che una forza più contenuta (500-1000 gr) per un periodo più lungo (5-10 settimane) produce un'espansione quantitativamente sovrapponibile a quella ottenuta con mezzi rapidi ma caratterizzata da una migliore evoluzione istologica della sutura.

Barber e Sims (1981) hanno per primi posto l'accento sul riassorbimento del cemento radicolare sul versante vestibolare e hanno descritto i fenomeni di riparazione che non conducono peraltro ad una completa "*restitutio ad integrum*". Anche Martina R., Laino A., Riccitello F., Berardi M. hanno svolto ricerche su questo tema (*Espansione rapida del palato: Analisi al S.E.M. delle superfici radicolari dei primi molari e primi premolari superiori* Atti 79° Congr. F.D.I. IV: 105 1991).

In era 3D, ad esempio, *Baysal A e alii*, (*Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography*. The Angle Orthodontist: May 2012, Vol. 82, No. 3, pp. 488-494) dimostrano una riduzione statisticamente significativa del volume radicolare dei primi premolari e dei molari superiori: "*investigated roots showed statistically significant volume loss*". L'alternativa per evitare questi effetti collaterali indesiderati ed ottenere una correzione più fisiologica, può essere rappresentata dall'espansione lenta mascellare, in accordo con tutti gli studi sull'espansione mascellare lenta

riportati in bibliografia, che ne dimostrano l'azione ortopedica nei soggetti in età evolutiva, in forma di rimodellamento della struttura ossea mascellare.

Il *Leaf Expander*, il dispositivo su cui verte la nostra ricerca, rappresenta la più recente evoluzione dell'apparecchio inizialmente denominato *E.L.A. (Espansore Lento Ammortizzato)*, il cui impiego clinico si è diffuso a partire da oltre 10 anni orsono (Lanteri C. et al, 2005 e seguenti).

In un recente lavoro (Gianolio A., Lanteri V., Cherchi C., *Rapid And Slow Maxillary Expansion: A Postero-Anterior Cephalometric Study*, Europ J of Paediatric Dent Vol 15/4-2014-2014) abbiamo confrontato gli effetti dentali e scheletrici dell'espansione rapida (*R.E.P.*) e lenta (*E.L.A.*) in un campione di giovani pazienti con deficit trasversale del mascellare. Lo studio, basato sull'analisi cefalometrica postero-anteriore ha permesso di concludere che: *"The effects are also clinically and radiographically overlap with those reached with the RME....."*

Risultati analoghi sono riportati da Perillo L et al (*Comparison between rapid and mixed maxillary expansion through an assessment of dento-skeletal effects on posteroanterior cephalometry* Progress in Orthodontics 2014), che concludono testualmente: *"RME and MME were both effective to increase skeletal transverse dimensions by opening mid-palatal suture in growing patients, while MME was associated with minor dental side effects than RME"*.

Il *Leaf Expander*, grazie alla sua tecnologia innovativa, permette di realizzare l'espansione del mascellare, mediante rimodellamento dento-alveolare, con forze, leggere e continue, predeterminate per intensità e direzione, e che nei soggetti più giovani assume caratteristiche propriamente ortopediche.

L'apparecchio (*L.E.*) è apparentemente simile ad un espansore rapido ma in realtà se ne differenzia radicalmente per vari aspetti, sia tecnici che biomeccanici. Infatti, gli elementi attivi sono rappresentati da molle in nickel titanio, in forma di balestre, il cui grado di attivazione può essere controllato visivamente e anche misurato. Le forze prodotte sono leggere e costanti, in grado di generare un movimento dentale biologicamente ideale, biomeccanicamente controllato in direzione vestibolare e tendenzialmente corporeo.

Queste caratteristiche rendono il *L.E.* idoneo al trattamento di pazienti con vari tipi di malocclusioni che presentino la comune caratteristica del deficit dei diametri trasversali del mascellare, con morso incrociato mono o bilaterale, condizione anatomica a cui si associa frequentemente side shift mandibolare e deficit di spazio per i canini superiori, con aumentato rischio di inclusione.

Descrizione del dispositivo

Il dispositivo in esame, denominato *Leaf Expander (L.E.)*, è costituito da una struttura metallica in acciaio cr-co, dotato di una vite centrale la cui attivazione genera la compressione di due o più molle a balestra in Nichel-Titanio.

Caratteristiche tecniche.

La struttura del *L.E.* ha l'apparenza del tutto simile a quella di un comune espansore rapido o lento, ma ne differisce sostanzialmente per la struttura della componente attiva e per la modalità d'azione. La vite infatti non agisce direttamente sui denti di appoggio, bensì comprimendo una molla a balestra in Ni-Ti che, in fase di disattivazione recupera le sue dimensioni, determinando un'espansione calibrata dell'arcata superiore.

Dal punto di vista biomeccanico il *L.E.* si differenzia nettamente da tutti i vari dispositivi in ortodonzia fissa attualmente in uso, in grado di determinare espansione mascellare lenta, quali ad esempio la barra di Gosgharian, il Quad-Helix di Ricketts o Ni-Ti Expander. Il dispositivo esaminato infatti riunisce alcune caratteristiche che possiamo considerare ottimali per un apparecchio ortodontico di espansione fisso, quali ad esempio:

- numero di sedute di riattivazione intraorale estremamente ridotte di numero
- attivazioni di facile esecuzione
- assenza di dolore anche nelle prime fasi dell'espansione;
- controllo del tipping con realizzazione di un movimento in direzione vestibolare, tendenzialmente corporeo a condizione che l'apparecchio sia accuratamente modellato a livello del colletto del maggior numero possibile di denti e che rechi delle estensioni per i canini permanenti, se presenti in arcata;
- elevato controllo della progressione del movimento;
- impossibilità di modificazione dell'attivazione per azione delle forze occlusali;
- sviluppo di forze leggere, predeterminate e continue;
- possibilità di graduare con precisione l'entità del movimento;
- assenza di rischio di iper espansione.

Il Leaf Expander (L.E.) è un dispositivo ortodontico, progettato e costruito su misura individuale, che permette di realizzare l'espansione del mascellare con forze leggere e continue, predeterminate per intensità, direzione e ammontare dello spostamento, in modo efficace, efficiente, confortevole e predicibile.

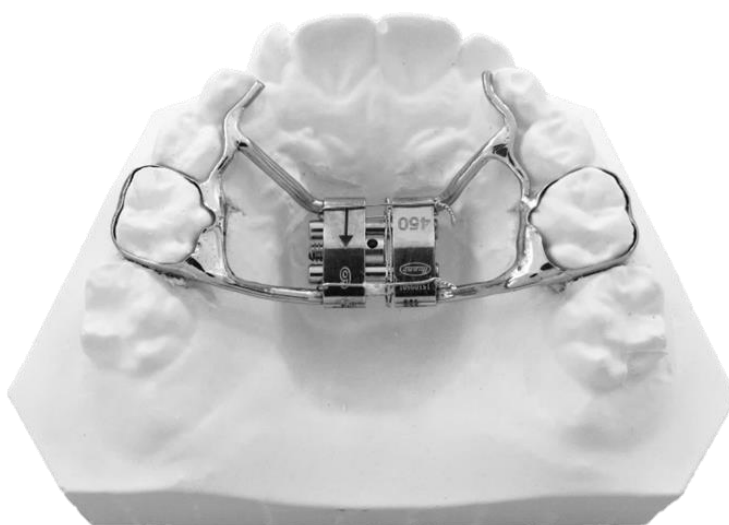


Fig. 1 Il Leaf Expander, con vite da 6 mm, caratterizzato dalla doppia molla a balestra in Ni-Ti

Per dare risposta alla più ampia gamma possibile di contingenze cliniche, sono attualmente disponibili in commercio n° 4 tipi di molle a balestra, che producono un diverso ammontare di espansione e una diversa entità della forza generata:

- 1. 6 mm - 450 gr.**
- 2. 6 mm - 900 gr.**
- 3. 9 mm - 450 gr.**
- 4. 9 mm - 900 gr.**

La dimensione della vite viene scelta sulla base del calcolo della discrepanza del diametro intermolare, espressa in mm, come dimostrato nella Fig. 2.

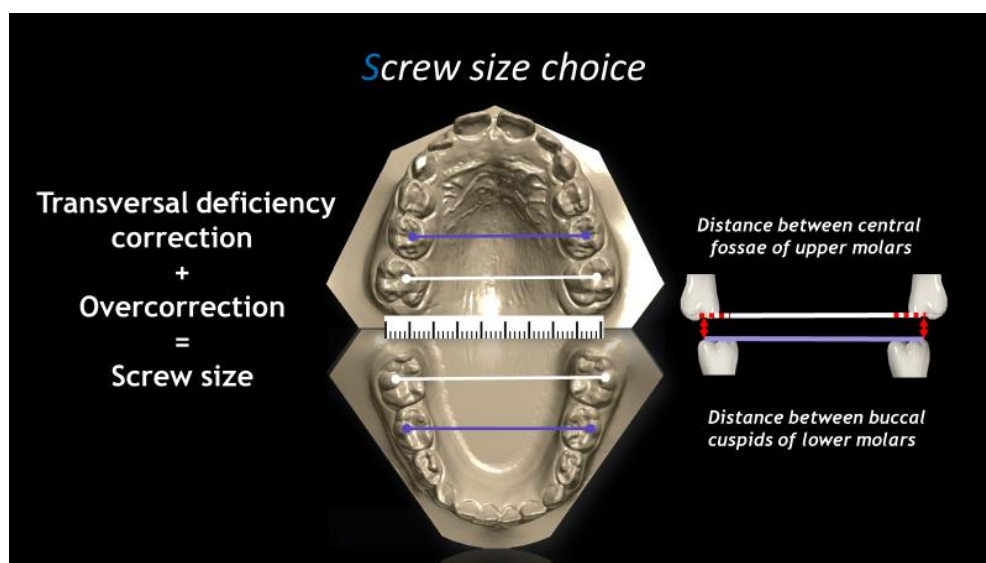


Fig. 2. Modalità di calcolo della discrepanza trasversale sui modelli

Numerosi studi hanno dimostrato che, in caso di deficit trasversale del mascellare, nella maggior parte dei casi la discrepanza media è *inferiore a 5mm*. Tollaro I. et alii, ad esempio, hanno dimostrato che in pazienti con relazione di Classe II in dentizione mista, anche quando non si evidenzia il cross bite, è presente generalmente una discrepanza compresa tra i 3 e i 5 mm (Tollaro E., Baccetti T., Franchi L, Tanasescu CD: *Role of posterior trasverse interarch discrepancy* AJO 1996).

Questa osservazione viene sostanzialmente confermata in un successivo lavoro (Franchi L, Baccetti T. *Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. Orthod Craniofac Res. 2005*) che permette di concludere: "Maxillary width was smaller in both Cl-II and Cl-III subjects (compared with normal as measured conventionally) 2.5 and 4 mm, respectively."

Alla luce di questi studi la vite in grado di assicurare fino a 6 mm di espansione, risulterebbe sufficiente per la maggior parte dei casi di deficit mascellare. Per deficit maggiori si può fare ricorso alla vite da 9 mm.

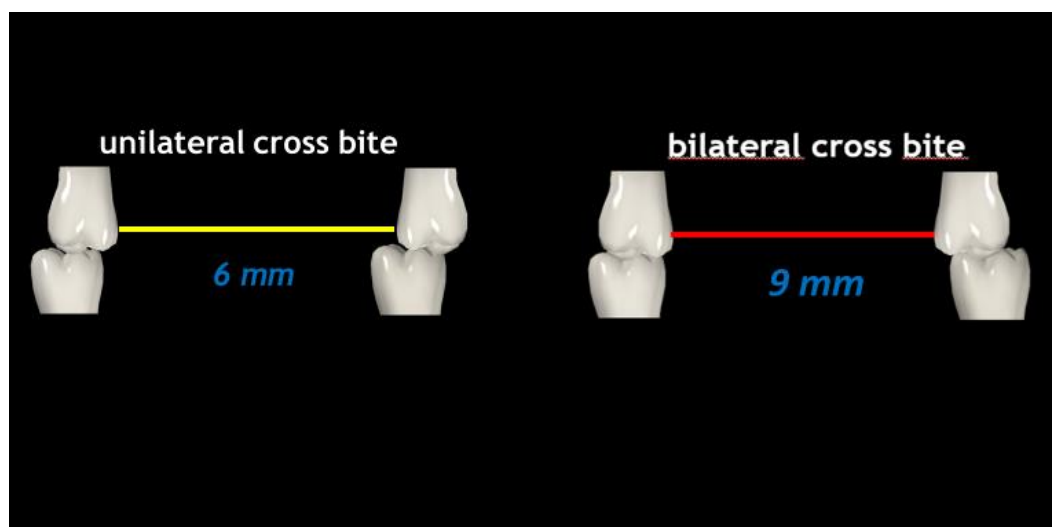


Fig. 3. Scelta della vite in funzione della discrepanza tra i diametri intermolarari

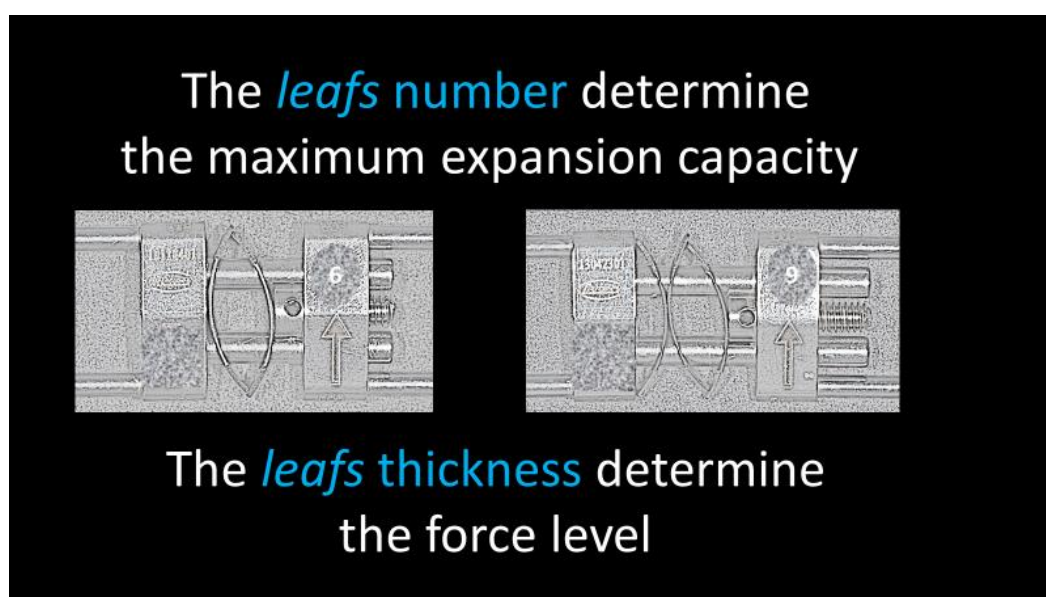


Fig. 4. Il numero delle balestre determina l'ammontare dell'espansione mentre il loro spessore determina l'entità della forza, che si mantiene costante indipendentemente dal grado di compressione.

La forza prodotta dalle viti disponibili in commercio è stata determinata con precisione, mediante sistematiche misurazioni effettuate presso il Centro di Bioricerche Leone di Sesto Fiorentino, mediante test di compressione eseguiti con INSTRON machine.

Springs Test compression Load cell 5KN spring 6 mm

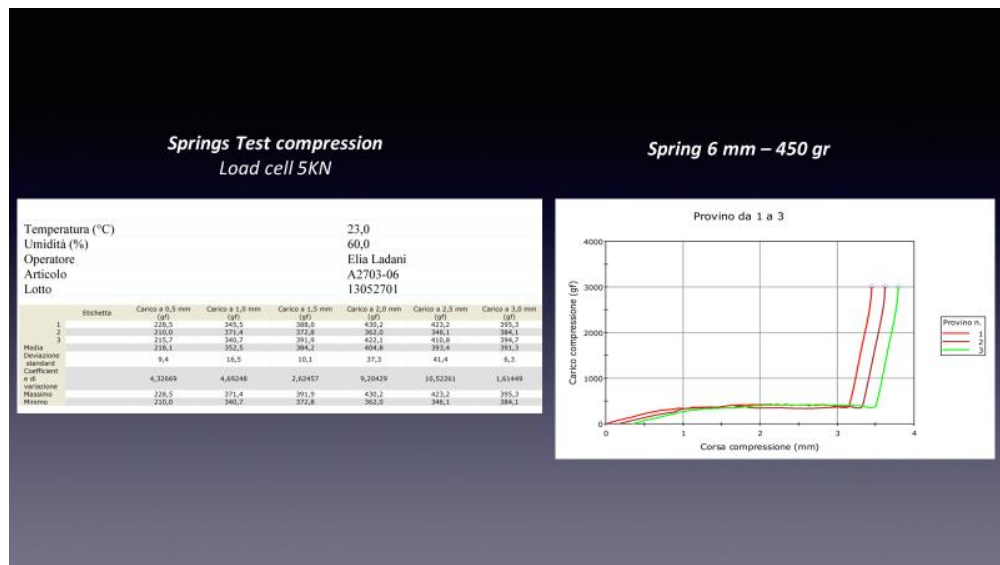
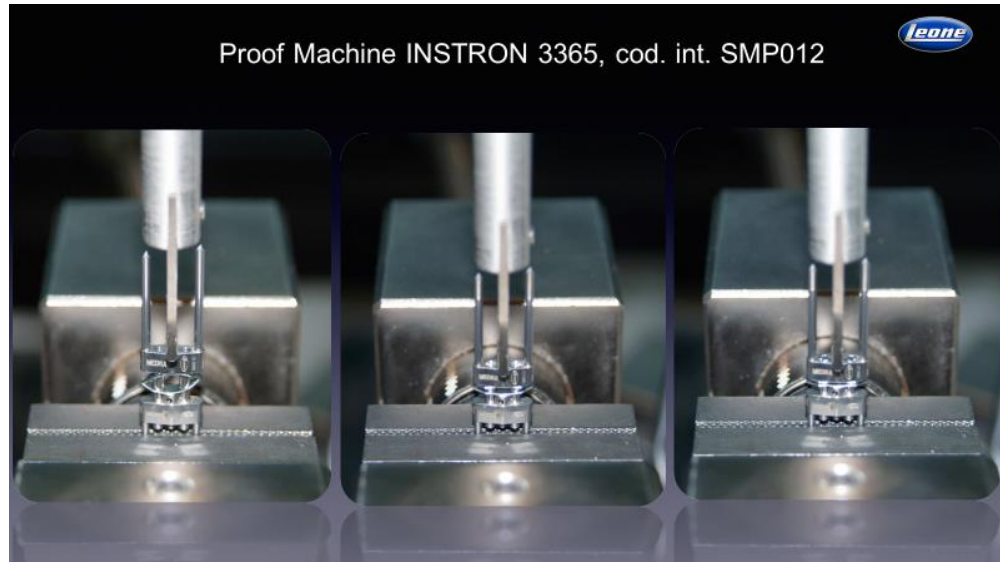


Fig. 5 e 6. Esempio della procedura sperimentale per la determinazione delle forze espresse dalle balestre in nichel - titanio

Per quanto riguarda la scelta della forza della vite, non è stato possibile finora definire precisi protocolli. La scelta viene pertanto operata dal clinico sulla base di alcuni parametri, quali:

1. *Età del paziente*
2. *Struttura scheletrica (open/deep)*
3. *Supporto parodontale*
4. *Supporto dentale (agenesie, ipodontia ecc)*
5. *Parafunzioni (bruxismo, serramento ecc)*

***Nella nostra ricerca è stata utilizzata esclusivamente
la vite da 6 mm - 450 gr***

Modalità di attivazione.

Al momento della cementazione l'apparecchio è già preattivato in laboratorio e le molle che ne rappresentano l'elemento attivo, sono trattenute in compressione da una legatura metallica circumferenziale o altri dispositivi appositi (Fig.1).

La prima fase di espansione, pari a 3 mm, si realizza spontaneamente, a partire dal momento in cui viene rimossa la legatura metallica di sicurezza o l'apposito dispositivo di blocco. Successivamente il dispositivo deve essere riattivato agendo sulla vite per ricomprimere la molla. Considerato che ogni attivazione determina una compressione della molla di 0,1 mm, sono necessarie *10 attivazioni per 1 mm.*

I protocolli di attivazione che possono essere utilizzati clinicamente sono tre:

- 1) n°10 attivazioni/mese, in un'unica seduta, raggiungendo in 3 mesi il numero massimo di attivazioni effettuabili, pari a n°30;
- 2) la riattivazione completa della vite in una sola seduta (n°30 attivazioni);
- 3) riattivazione ad ogni controllo mensile, sufficiente a ricomprimere la molla, fino all'ammontare complessivo di n°30 in totale, paria a 3 mm.

***Nella nostra ricerca è stato utilizzato esclusivamente il protocollo 1
(n° 10 riattivazioni/mese per 3 volte, a decorrere dal secondo mese)***



Fig. 7. - Esempio di riattivazione della doppia molla a balestra

Aspetti clinici.

La prima attivazione (3 mm) è normalmente eseguita in Laboratorio che provvede anche al blocco della vite in compressione mediante una legatura circumferenziale o un apposito pin. Pertanto, al momento della consegna il dispositivo è pronto per la prima fase dell'espansione, previa liberazione della vite dal blocco. Le successive riattivazioni si eseguono in Studio e non richiede perciò alcuna collaborazione domiciliare. Abitualmente la compliance del paziente è ottima, data l'assoluta assenza di dolore o di senso di trazione già dalle prime fasi di trattamento. Dopo 3-4 mesi dall'inizio dell'espansione il morso incrociato normalmente risulta corretto e si attende la stabilizzazione del risultato con l'apparecchio in situ.

In analogia con altri protocolli di espansione, ai fini di conseguire la stabilità della correzione, per la rimozione dell'apparecchio è consigliabile attendere circa un anno dall'inizio della terapia; se si segue questa procedura non è necessario impiegare ulteriori dispositivi di contenzione. A questo proposito Ecstrom e coll. (1977) hanno dimostrato, mediante impiego di isotopi radioattivi che l'osso neoformato è completamente e omogeneamente calcificato a distanza di tre mesi dalla distasi della sutura. Tra le cause di recidiva, sono state identificate anche: la contropinta delle arcate zigomatiche (Wertz 1977, Dreskin), l'azione concentrica della muscolatura periorale (Timms 1987, Debbane 1958, Ellmberg 1969), lo stiramento del periostio palatino (Maguerza ,

Shapiro 1976, Cleall 1974), la trazione delle fibre parodontali soprasettali (Reitan 1967, Edwards 1974, Linge 1976) o transettali (Timms 1960, Wertz 1970, Cotton 1978). Le modalità d'impiego del *L.E.* prescindono totalmente dalla collaborazione del paziente e non richiedono una particolare perizia dell'operatore. I vantaggi che abbiamo constatato nell'impiego clinico, consistono principalmente in:

- facilità d'attivazione
- controllo visivo dell'attivazione
- sicurezza d'impiego
- assenza di collaborazione
- assenza di dolore
- forze predeterminate per direzione e intensità
- movimento controllato e predicibile.

Le caratteristiche strutturali più comuni del *L.E.* prevedono l'impiego di n° 2 bande posizionate abitualmente sugli elementi 1.6 - 2.6 oppure 5.5 - 6.5, con possibili variazioni e adattamenti richiesti da specifiche situazioni cliniche. Precisiamo fin d'ora che tutti i pazienti inclusi nella ricerca sono stati trattati con bande su secondi molari decidui (*E+E*), perfettamente idonei a sostenere l'espansione rapida e quindi, a maggior ragione, quella lenta. (cfr, ad esempio Mutinelli S, Manfredi M, Guiducci A, Denotti G, Cozzani M: *Anchorage onto deciduous teeth: effectiveness of early rapid maxillary expansion in increasing dental arch dimension and improving anterior crowding Prog Orthod 2015*).

Quando sono presenti in arcata i canini superiori, si eseguono due estensioni ben modellate, aderenti alla loro superficie linguale, per aumentare l'effetto espansivo nel settore anteriore ed incrementare la stabilità dell'apparecchio.

Nella nostra ricerca, come denti di ancoraggio, abbiamo utilizzato esclusivamente canini e molari decidui

Per assicurare stabilità ed efficacia ottimali la struttura metallica laterale deve risultare ben modellata e aderente al colletto linguale degli elementi diatorici mentre i bracci di congiunzione tra la vite centrale e le componenti laterali devono rimanere ben scostati dalla mucosa palatina (*clearance di 2.5 mm circa*), per evitare il rischio di decubiti. La cementazione si effettua con un cemento di tipo vetro-ionomerico a rilascio di fluoro.

Materiali e Metodi

La ricerca è stata condotta su un campione, costituito da n° 10 pazienti, (3 maschi e 7 femmine) in dentatura mista, di età compresa tra 6 e 10 anni, (età media a. 7.5 +/- 7 mesi). Tutti i soggetti presentavano morso incrociato monolaterale da deficit scheletrico del mascellare, con shift mandibolare.

I parametri presi in considerazione per la selezione del campione sono stati:

- Riduzione di ampiezza dell'arcata mascellare
- Tipologia delle modificazioni dento-alveolari (affollamento anteriore, carenza di spazio e/o difficoltà di eruzione del canino
- Conformazione scheletrica mascellare (contrazione mascellare).

I **criteri per l'inclusione** in questo studio sono stati:

1. età compresa tra 6 e 10 anni,
2. dentatura mista con E+E ben conservati
3. cross bite monolaterale,
4. shift mandibolare.

I **criteri di esclusione** sono stati:

1. presenza di malocclusioni complesse
2. mancanza o deterioramento degli elementi dentali su cui si posizionare il dispositivo (E+E),
3. presenza di patologie orali e/o gengivali conclamate,
4. records diagnostici inadeguati
5. mancata sottoscrizione del modulo di consenso informato

Tab. 1 Dati anagrafici dei pazienti inseriti nella ricerca

			Data di nascita	MV	CBCT	Età PAZ a T1
1	B.S	F	02/01/2009	T1-T2	T1-T2	7 anni, 2 mesi
2	B.G.	M	18/08/2008	T1-T2		6 anni, 9 mesi
3	B.G	F	21/10/2008	T1-T2		6 anni, 8 mesi
4	C.E.	F	13/07/2007	T1-T2		7 anni, 11 mesi
5	F.A.	F	05/01/2007	T1-T2	T1-T2	7 anni, 3 mesi
6	L.S.	F	16/02/2008	T1-T2		7 anni, 7 mesi
7	N.M.	F	15/02/2007	T1-T2		8 anni, 5 mesi
8	P.G.	M	29/08/2007	T1-T2	T1-T2	7 anni, 6 mesi
9	R.F.	F	14/08/2007	T1-T2	T1-T2	6 anni, 9 mesi
10	V.G.	M	23/02/2006	T1-T2	T1-T2	8 anni, 2 mesi

età media	7 anni 5 mesi +/- 7 mesi
-----------	--------------------------

La ricerca è stata sviluppata sulla base di n° 2 Studi Pilota

Studio Pilota I: In tutti i pazienti (n° 10) sono stati realizzati modelli digitali delle arcate dentarie, ricavati da scansione di impronte in silicone, prima dell'inizio del trattamento (T1) e a fine terapia, al momento cioè della rimozione dell'espansore L.E. (T2).

I modelli sono stati analizzati rilevando n° 5 parametri lineari:

- 1) **U6W** distanza intermolare superiore (molari permanenti);
- 2) **UEW** distanza intermolare superiore (molari decidui);
- 3) **UCW** distanza intercanina superiore (canini decidui);
- 4) **L6W** distanza intermolare inferiore (molari permanenti);
- 5) **LCW** distanza intercanina inferiore (canini decidui).

Nota: per le misurazioni è stato utilizzato il software *Ortho Analyzer di 3SHAPE*

Studio Pilota II: All'interno del campione di n° 10 pazienti è stato selezionato un sottogruppo (CBCT) di n° 5 pazienti (2 maschi e 3 femmine) ai quali è stata effettuata una tomografia computerizzata cone beam prima dell'inizio del trattamento (T1), seguita da una CBCT al momento della rimozione del L.E. (T2). Le CBCT sono state eseguite con Newtom, Giano, CEFLA S. C., CEFLA Dental Group (Italy) mentre il dosaggio utilizzato è stato di 90 KV, 10 mA, 18 s. Le misurazioni sono state eseguite con il software *Invivo Dental Anatomage* (USA) mentre per quanto riguarda le sovrapposizioni ci siamo avvalsi delle indicazioni tratte da Lagravère MO, Majoir PW, Carey J. *Sensitivity analysis for plane orientation in three-dimensional cephalometric analysis based on superimposition of serial cone beam computed tomography images.* Dentomaxillofac Radiol 2010;39:400-408. Sono stati valutati n° 3 parametri, i più significativi secondo la letteratura, ed in particolare:

- 1) **NWE** ampiezza nasale a livello dei II molari decidui mascellari
- 2) **BBWE** ampiezza basale a livello dei II molari decidui mascellari
- 3) **BBW6** ampiezza basale a livello dei I molari permanenti mascellari.

I soggetti inclusi nello **Studio Pilota II**, oltre alla riduzione dei suddetti parametri, presentavano:

- Modificazioni dello spazio in sede 1.3 e 2.3
- Modificazioni dell'iter eruttivo di 1.3 e 2.3

I **criteri per l'inclusione** nel sottogruppo (CBCT), in totale n° 5, sono stati:

1. deficit di spazio in sede 1.3/2.3
2. alterazioni dell'iter eruttivo per i canini superiori

Nota esplicativa sottogruppo CBCT

Per quanto attiene alle problematiche riguardanti i canini superiori, il rischio di inclusione è stato valutato sulla base dei criteri clinici e radiografici più accreditati in letteratura.

In primo luogo ricordiamo quanto precisato dalle *Raccomandazioni Cliniche in Odontostomatologia - Ministero della salute*, Gennaio 2014, che recitano:

- *“La diagnosi precoce di canino in posizione ectopica è importante per minimizzare il problema dell’inclusione. I canini mascellari sono al secondo posto, dopo i terzi molari, per frequenza d’inclusione”* (vedi anche Cozza et alii in *Il canino superiore incluso*)

- *“Nei pazienti in età evolutiva, prima di procedere ad interventi di chirurgia odontostomatologica, è necessaria la raccolta di un’attenta anamnesi, integrata, ove opportuno, da consulenze specialistiche....omissis.....”*

- *“E’ necessaria un’approfondita valutazione del quadro obiettivo integrato da un’analisi radiografica; le radiografie possono includere Rx endorali, Rx ortopantomografia, tomografia assiale computerizzata (TAC)”*.

Anche nelle conclusioni del lavoro di Leonardi R., Barbato E., Vichi M. e Caltabiano M. (*Skeletal Anomalies and Normal Variants in Patients with Palatally Displaced Canines*. The Angle Orthodontist 2009) si legge tra l’altro *“Because many of these skeletal anomalies and normal variants are present early in life, their early detection can be used to forecast the presence of PDC (palatal displaced canine) later in life, enabling the clinician to adopt preventive measures.”*

Lo screening dei pazienti da arruolare nello *Studio Pilota II* (CBCT), n° 5 in totale, prevede che sia rispettato almeno uno dei seguenti criteri, in parte ripresi da Ericson e Kuroi (1986) e da Crescini et alii (2007):

- **Angolo formato da asse lungo del canino non eretto e piano di Francoforte** (tra 10° e 15° = condizione fisiologica)
- **Angolo *alfa* formato da asse lungo del canino non eretto e linea mediana** (v.n. 30° +/5°)
- **Posizione del canino non eretto in rapporto ai denti adiacenti**
- **Distanza del canino non eretto in rapporto al piano oclusale** (v.n. mm 4+/-1 all’età di 10 anni). Non essendo reperibili in letteratura dati omogenei, il v.n. è estrapolato da Case Reports pubblicati.

Inoltre, considerato che la classica visualizzazione bidimensionale delle strutture anatomiche presenta numerose limitazioni come ingrandimenti, distorsioni, sovrapposizioni e false immagini che possono portare ad imprecisioni e/o errori diagnostici, per la ricerca ci siamo avvalsi di misurazioni anatomiche su modelli digitali delle arcate e di valutazioni radiografiche con *Cone Beam Computed Tomography (CBCT)*. Questa scelta è stata operata sulla base della valutazione della qualità delle immagini diagnostiche in rapporto ai rischi di esposizione, tema più volte affrontato nelle ricerche della nostra Scuola (R. Weinstein RL, Farronato GP, Ferrario S, Del Fabbro M).

A questo riguardo, Rossini G, Cavallini C, Cassetta M, Galluccio G, Barbato E. hanno condotto una revisione della letteratura (*Localization of impacted maxillary canines using cone beam computed tomography. Review of the literature. Ann Stomatol 2012*). Nonostante le attuali carenze di dati, il metodo si rivela affidabile per la localizzazione del canino incluso e la valutazione degli eventuali danni radicolari a carico dell'incisivo laterale. Tra le conclusioni si segnala la seguente: *“the studies on comparison between traditional radiographs and CBCT, demonstrated that CBCT is superior to other radiographic methods for visualizing the maxillofacial region and it is a useful aid for the diagnosis and visualization of the position and complications of impacted maxillary canines”*

La TC Cone Beam (CBCT), nelle forme più evolute oggi disponibili, dotate di software specifici per la ricostruzione 3D dell'apparato stomatognatico, ha portato uno straordinario aumento della qualità dell'imaging a cui fa riscontro un notevole abbattimento della dose di radiazioni per il paziente, tale da consentirne l'impiego anche nei bambini, che presentino malformazioni o patologie significative. Il sistema CBCT, sulla base di una singola acquisizione di dati, mediante un processo denominato Multi Planar Reconstruction (MPR) consente di sviluppare immagini su tutti i piani nello spazio: assiale, coronale, sagittale, obliquo o addirittura curvilineo.

Per quanto attiene alla precisione e all'attendibilità dei dati ricavati da CBCT, Gribel BF, Gribel NM et al.. nel loro lavoro *“Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. Angle Orthod. 2011”* concludono che: *“Cephalometric measurements computed from automatic detection of landmarks on 3D CBCT image were as accurate as those computed from manual identification”*.

Per quanto attiene alle implicazioni per la radioprotezione del medico, del personale e del paziente facciamo riferimento all'operato dell'Unione Europea. In questo ambito si colloca la revisione della letteratura condotta nell'ambito del progetto SEDENTEXCT riportato da EURATOM - European Commission, Radiation Protection 172, ***Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology, Evidence Based Guidelines***, 2012 - che include 13 studi che hanno condotto misurazioni della dose con CBCT.

SEDENTEXCT è un progetto di ricerca con l'obiettivo di acquisire informazioni per sviluppare linee guida evidence-based che si occupano di criteri di giustificazione, ottimizzazione e di riferimento per gli utenti della CBCT dentale e maxillofacciale tra cui: odontoiatri e le loro assistenti, radiologi, tecnici radiologi, fisici medici, produttori e fornitori di apparecchiature radiologiche.

Una appropriata applicazione dei principi etici e scientifici che stanno alla base della radioprotezione, porta alla rigorosa applicazione dei principi di giustificazione, di ottimizzazione e di limitazione delle dosi, ovvero:

a) ***principio della giustificazione***: l'esposizione deve apportare più benefici che svantaggi (International Commission Radiation Protection - ICRP 2007);

b) ***principio dell'ottimizzazione*** o A.L.A.R.A. (*As Low As Reasonable Achievable*): le dosi individuali, la probabilità dell'esposizione e il numero d'individui esposti deve essere mantenuto al minimo possibile, tenendo conto dello stato attuale delle conoscenze tecniche e di fattori economici e sociali.

c) ***principio della limitazione della dose***: le esposizioni mediche non sono soggette a limitazioni delle dosi ma la dose effettiva deve essere rapportata alle necessità. La dose è grandemente ridotta nelle CBCT di ultima generazione al punto che la Cone Beam è addirittura da preferirsi nel confronto con le tecniche analogiche convenzionali che richiedano almeno due radiografie, ma risulta superflua rispetto alla singola radiografia digitale quando questa sia sufficiente a dirimere un quesito diagnostico.

Nel caso specifico della nostra ricerca i vantaggi della CBCT, limitata al terzo antero-inferiore del cranio, in ambito diagnostico sono numerosi e significativi:

- valutazione 3D dell'osso mascellare e dell'osso alveolare,
- inclinazione e torque radicolare
- reale posizione tridimensionale degli elementi inclusi e sovrannumerari
- riassorbimenti radicolari

- spessore dei tessuti parodontali

Senza nulla togliere alla precisione del metodo, allo stato attuale, secondo lo studio condotto da Rossini G, Cavallini C, Cassetta M, Barbato E. (*3D cephalometric analysis obtained from computed tomography. Review of the literature* Ann Stomatol 2011), le differenti modalità di rilievo delle misure cefalometriche tradizionali non permettono una diretta comparazione con le misurazioni effettuate l'analisi cefalometrica 3D CT. Più recentemente, I progressi in questo campo, verso la standardizzazione delle metodiche, sono stati oggetto di studio da parte di Perrotti G, Testori T, Nowakowska JK, Del Fabbro M, Weinstein RL (*Measurement comparison between data obtained with 3-D reconstruction from CT and cephalometric radiogram and direct anthropometry and 2D norms* It J Maxillofac Surg 2014;25:1-2).

Nell'attesa di ulteriori futuri sviluppi possiamo perciò condividere le conclusioni di Grauer D, Cevidan LS e Proffit WR. (*Working with DICOM craniofacial images. Am J Orthod* 2009): "This is an extraordinary and interesting time in orthodontics and dentistry; digital dentistry is around the corner. In a few years, all specialties will have common goals and be able to interact, predict results, and improve their outcomes by taking advantage of the virtual patient. We hope that this introductory article will clarify some 3D image analysis concepts and encourage the reader to use this fascinating technology."

Protocollo di Gestione Clinica del *Leaf Expander*

Caratteristiche generali del dispositivo utilizzato per la ricerca:

- *Bande E+E (previa verifica Rx del riassorbimento radicolare)*
- *Estensioni fino a C+C*
- *Vite Leone A2703-06 (6 mm) con molle Ni-Ti 450gr*

Timing delle procedure

1 - Tempo T1

a. Analisi di Studio:

- impronte per rilievo modelli 3D (10 pazienti)
- foto volto e bocca (10 pazienti)
- Rx panoramica (10 pazienti)
- Teleradiografia L.L. (10 pazienti)
- Cone Beam mascellare (n° 5 pazienti)

b. Procedure Cliniche

- cementazione del *L.E.* + Foto con e senza legatura
- dopo 1 mese *nessuna attivazione* + foto
- dopo 2 mesi riattivazione della vite con 10 attivazioni corrispondenti a 1 mm di compressione della vite + foto prima e dopo attivazione
- dopo 3 mesi riattivazione della vite con 10 attivazioni corrispondenti a 1 mm di compressione della vite + foto prima e dopo attivazione
- dopo 4 mesi riattivazione della vite con 10 attivazioni corrispondenti a 1 mm di compressione della vite + foto prima e dopo attivazione
- dopo 8 mesi rimozione

(NB: rispettare il numero massimo di attivazioni della vite è pari a n° 30)

2. Tempo T2

- Analisi di Studio e documentazione finale:
 - impronte per rilievo modelli 3D (15 pazienti)
 - foto volto e bocca (15 pazienti)
 - Rx panoramica (15 pazienti)
 - Cone Beam mascellare (5 pazienti)

Valutazioni cliniche

I pazienti inseriti nella ricerca sono stati visitati con cadenza mensile e contestualmente è stata raccolta la documentazione prevista dal protocollo clinico ed eseguite le ri-attivazioni delle molle. In occasione dei controlli clinici sono stati effettuati rilievi riguardanti l'igiene orale (indice di placca), i tessuti parodontali (flogosi, recessioni, ecc) ed anche la compliance del paziente (discomfort), mediante la somministrazione di appositi questionari. L'espansione è stata giudicata clinicamente sufficiente dopo il ripristino dei corretti rapporti trasversali, senza ipercorrezione rispetto al fabbisogno preventivamente calcolato al tempo T1. La ipercorrezione non è stata ritenuta necessaria in considerazione delle particolarità biologiche dell'espansione e della durata della contenzione programmata, realizzata mantenendo il *L.E.* in situ. La rimozione del *L.E.* viene infatti eseguita al termine del periodo di contenzione (T2), dopo 1 anno circa dall'inizio dell'espansione.

Studio Pilota I - Analisi dei modelli digitali

Su tutti i casi presi in esame (n° 10) sono state rilevate impronte in silicone prima dell'inizio dell'espansione (T1) e al momento della rimozione del *L.E.*, cioè al termine della contenzione post-espansione (T2).

Le impronte sono state successivamente scannerizzate e trasformate in modelli digitali; su ogni coppia di modelli T1 e T2, sono state eseguite le sovrapposizioni volumetriche e le misure lineari relative ai parametri scelti per la nostra ricerca, con impiego del software *Ortho Analyzer 3SHAPE*.



Fig. 8 e 9. Esempi di sovrapposizioni di modelli 3D eseguite con il software *Ortho Analyzer 3SHAPE* in T2, dopo rimozione del *Leaf Expander*

Successivamente sono state misurate le distanze fra le coppie di denti considerate nella ricerca sia all'arcata superiore sia all'arcata inferiore e precisamente :

1. **Ampiezza intercanina superiore (C+C):** distanza tra le cuspidi dei canini superiori (UCW)
2. **Ampiezza intermolare superiore (molari decidui E+E):** distanza tra il punto centrale della fossa dei secondi molari decidui superiori (UEW)
3. **Ampiezza intermolare superiore (molari permanenti 6+6):** distanza tra il punto di mezzo della cuspidi disto-buccale e mesio-palatale dei primi molari superiori (U6W)
4. **Ampiezza intercanina inferiore (C-C):** distanza tra le cuspidi dei canini inferiori (LCW)
5. **Ampiezza intermolare inferiore (6-6):** distanza tra il punto di mezzo della fossa dei molari inferiori (L6W)

Per tutti i modelli, tutte le misurazioni sono state effettuate due volte dallo stesso operatore, ripetute dopo 15 giorni ed è stato valutato l'errore tra le due misurazioni successive. Tutti i coefficienti d'errore delle misurazioni sono risultati prossimi a 1.00 e quindi entro limiti accettabili (vedi tabella 2).

Tab. 2: coefficiente d'errore *Studio Pilota I*

1	UCW - Ampiezza intercanina superiore (C+C)
2	UEW - Ampiezza intermolare superiore (molari decidui E+E)
3	U6W - Ampiezza intermolare superiore (molari permanenti 6+6)
4	LCW - Ampiezza intercanina inferiore (C-C)
5	L6W - Ampiezza intermolare inferiore (6-6)

Studio Pilota I - Risultati

La durata media del trattamento (*differenza T1 - T2*) è risultata in media di 9 mesi e 8 giorni (min. 8 mesi e 11 giorni - max 11 mesi e 29 giorni - S.D. 19 giorni)

Tab. 3 Durata della terapia (**T1:** inizio - **T2:** post esp)

Tabella 3	T1		T2		T2-T1	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age of subjects	7y5m	7.36	8y2m	9.1	9m	1m

Durata media della terapia 9 mesi +/- 1 mese
--

Dopo aver effettuato le misurazioni sono state effettuate le medie e calcolate le deviazioni standard per ogni parametro utilizzato, in *T1* e in *T2*. Successivamente è stata misurata la differenza tra le rilevazioni in *T1* e in *T2*. E' stata effettuata una statistica descrittiva per analizzare le misurazioni effettuate. Una normale distribuzione per i valori di tutte le variabili è stata verificata per il gruppo di studio con il test di Shapiro-Wilk. Per tutte le misurazioni sono state calcolate medie e deviazioni standard ai tempi T1, T2 e per le differenze T2-T1. E' stato eseguito il T test per dati appaiati per rilevare significative modifiche tra T1 e T2 (significatività statistica = $p < .05$).

Tabella 4	T1		T2		T2-T1			
Variables	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	T.Test	P
UCW	30,25	1,79	36,31	1,56	6,07	0,83	***	0.00001
UEW	38,65	2,39	44,82	1,91	6,17	0,78	***	0.00001
U6W	43,87	2,17	47,47	2,43	3,60	0,72	***	0.00001
LCW	26,18	1,59	26,53	11,27	0,77	0,65	***	0.00931
L6W	48,45	1,75	48,52	2,35	-0,02	1,07	***	0.833721

Le variazioni medie ottenute, desunte dalla *Tab. 4* sono le seguenti:

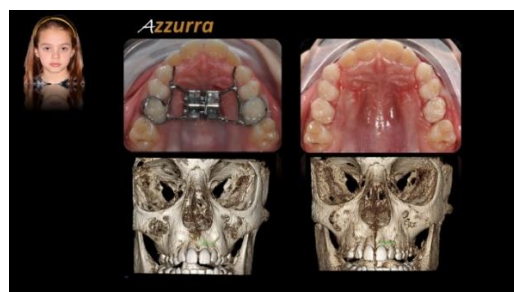
1. **UCW - Ampiezza intercanina superiore (C+C): +6.07mm**
2. **UEW - Ampiezza intermolare sup. (molari decidui E+E): +6.17mm**
3. **U6W - Ampiezza intermolare superiore (6+6): +3.60mm**
4. **LCW - Ampiezza intercanina inferiore (C-C): +0.77mm**
5. **L6W - Ampiezza intermolare inferiore (6-6): -0.02mm**

Sono risultati:

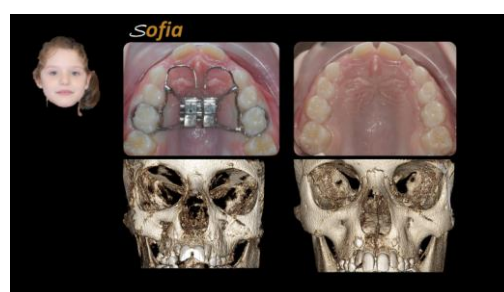
- **significativi**, dal punto di vista statistico ($P < 0.05$), i cambiamenti trasversali nel passaggio da T1 a T2 osservati a livello dei canini superiori (*UCW*), dei molari decidui superiori (*UEW*) e dei molari permanenti superiori (*U6W*), così come l'ampiezza intercanina inferiore (*LCW*);
- **non significativi**, i cambiamenti relativi a molari permanenti inferiori (*L6W*).

Studio Pilota II - Valutazioni radiografiche (CBCT)

Questo parte dello studio ha riguardato esclusivamente il sottogruppo CBCT, ovvero n° 5 pazienti (3 femmine + 2 maschi), età media anni 7.5 , con un deficit trasversale mascellare di 5 mm in media e problemi di affollamento riguardanti la posizione dei canini mascellari, diagnosticati clinicamente e con radiografia panoramica. Per una più approfondita valutazione delle modificazioni scheletriche indotte dall'espansione lenta e dei suoi effetti sull'iter eruttivo dei canini superiori ci siamo avvalsi dei dati desunti dalle misurazioni effettuate sulle ricostruzioni tridimensionali (Cone Beam).



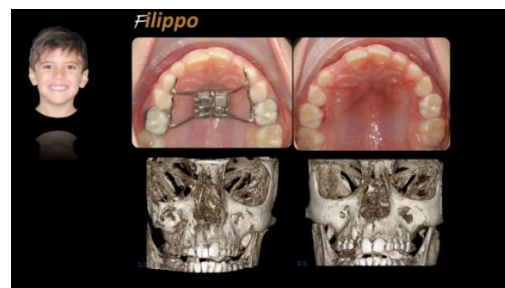
Caso 1



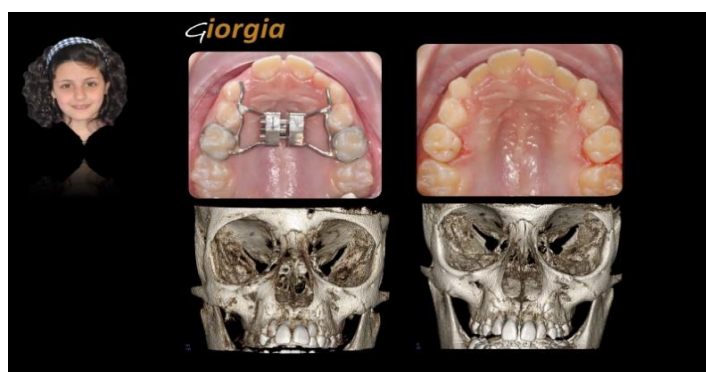
Caso 2



Caso 3



Caso 4



Caso 5

Fig.10 Sinossi di casi sottoposti a CBCT, prima e dopo espansione

Studio Pilota II - Risultati

E' stato effettuato il confronto tra i valori ottenuti nei tracciati al tempo T1 e al tempo T2 per verificare di quanto è aumentata l'ampiezza nasale (a livello dei secondi molari decidui) e l'ampiezza dell'osso basale a livello dei secondi molari decidui e dei primi molari permanenti.

La sovrapposizione delle immagini ricavate dalle due scansioni, permette anche la visualizzazione diretta delle modificazioni intervenute e l'evidenziazione dell'eventuale modificazione del tipping a carico dei primi molari mascellari.

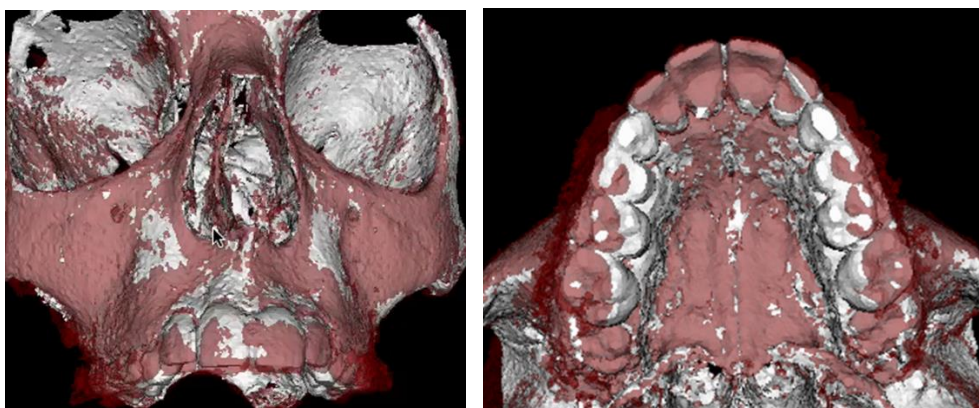


Fig. 11. Esempio di sovrapposizione di CBCT T1-T2 eseguito con Software Mimics 10.1 Materialise, Belgium

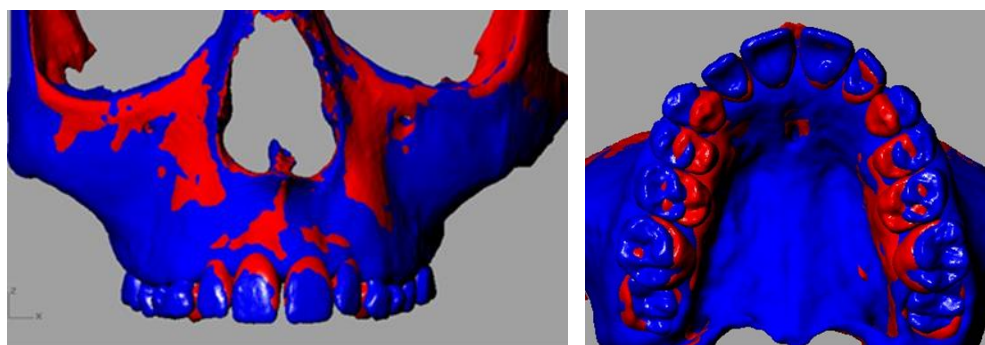


Fig. 12. Esempio di sovrapposizione di CBCT T1-T2 eseguito con Software Rhino 5



Fig. 13 Ampiezza Nasale (NWE): i punti di repere 1 e 2 rappresentano i limiti laterali della cavità nasale. Il punto 1 rappresenta il punto più laterale della parete laterale della cavità nasale destra, individuate sulla perpendicolare al pavimento nasale. Il punto 2, a sua volta, viene costruito sulla parete sinistra della cavità nasale, utilizzando la perpendicolare al pavimento nasale.

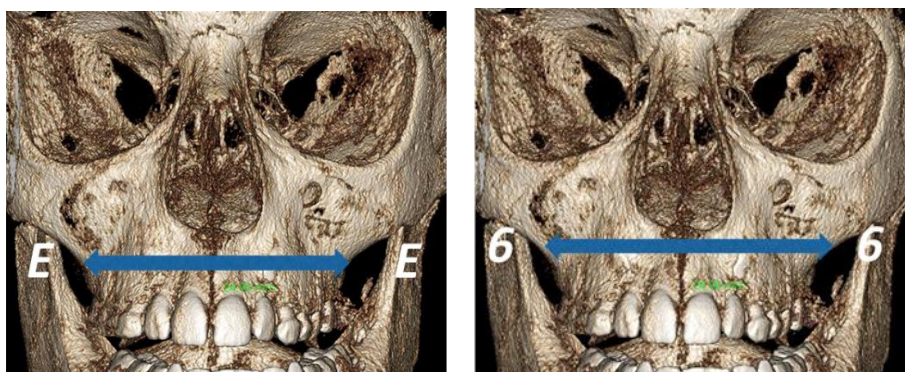


Fig. 14 e 15 Base ossea mascellare

- ampiezza basale misurata a livello dei II molari decidui sup. (**BBWE**)
- ampiezza basale misurata a livello dei I molari permanenti sup. (**BBW6**)

Tab. 5 Coefficiente d'errore Studio Pilota II

1. Ampiezza Nasale	0,97
2. Ampiezza Base ossea mascellare (E-E)	0,98
3. Ampiezza Base ossea mascellare (6-6)	0,98

Tutti i coefficienti d'errore delle misurazioni sono risultati prossimi a 1,00 e quindi entro limiti accettabili (vedi tabella 5).

Tab. 6	T1		T2		T2-T1		T.Test	P
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
NWE	26,87	2,25	28,66	2,26	1,79	0,37	***	0.000426
BBWE	54,49	2,60	56,94	2,78	2,45	0,38	***	0.000137
BBW6	57,88	2,29	59,61	2,60	1,73	0,61	***	0.003171

Le misurazioni e le valutazioni tridimensionali effettuate sulle CTCB in T1 e in T2, desunte dalla **Tab. 6** dimostrano:

1. Significativo incremento ($P < 0,05$) delle dimensioni trasversali della cavità nasale (NWE) (media + 1.79 mm)
2. Significativo incremento ($P < 0,05$) delle dimensioni trasversali della base ossea mascellare a livello dei II molari decidui mascellari (BBWE) (media + 2.45 mm)
3. Significativo incremento ($P < 0,05$) delle dimensioni trasversali della base ossea mascellare a livello dei I molari permanenti (BBW6) (media + 1.73 mm)

Sovrapposizioni (CBCT)

Sono state eseguite anche sovrapposizioni 3D prima e dopo espansione, usando come reperi le parti stabili della base cranica, secondo le indicazioni di vari AA



Fig.16 Sovrapposizione secondo Lagravere (Am J Orthod. 2005)

Discussione

Le modificazioni dell'arcata superiore ottenuti con l'impiego del **Leaf Expander con vite 6 mm - 450 gr**, hanno portato alla correzione dei cross bite posteriori nel 100% dei casi trattati.

I **cambiamenti del diametro intermolare deciduo (E+E)** della nostra ricerca sono risultati sostanzialmente pari all'escursione della vite (+ **6.17 mm** in media).

Il nostro risultato è molto superiore rispetto a quanto riportato da altri Autori dopo espansione rapida. Ad esempio Garrett riporta un'espansione mascellare nella zona dei molari decidui, pari al 55% dell'espansione della vite.

Anche Christie riporta un aumento trasversale mascellare a livello dei secondi molari decidui, pari in media al 44% (3.4 mm) dell'apertura della vite, nettamente inferiore a quello ottenuto con il *L.E.*

L'**incremento del diametro intermolare dei permanenti (6+6)**, di denti cioè non inseriti nell'apparecchio è risultato significativo (**+3.60 mm** in media), a dimostrazione di un sostanziale rimodellamento morfologico del mascellare e non di un semplice movimento ortodontico, che sarebbe peraltro inspiegabile data l'assenza di forze ad azione diretta.

Questo incremento, probabilmente riferibile all'attivazione delle suture perimascellari, è in accordo con altri lavori riportati in letteratura. Ad esempio, Leonardi R., Sicurezza E., Cutrera A. e Barbato E. hanno dimostrato la risposta delle suture circummascellari alla RME, osservando che l'effetto è differente nelle varie suture, molto variabile nei diversi soggetti e maggiore nelle suture che si articolano direttamente al mascellare (*Early post-treatment changes of circummaxillary sutures in young patients treated with rapid maxillary expansion. The Angle Orthodontist* 2011). Recentemente anche Rosa M, Lucchi P, Manti G, Caprioglio A hanno evidenziato l'autoespansione dei molari permanenti superiori non sottoposti ad alcun tipo di forza, prima, durante e dopo espansione mascellare rapida (*Rapid Palatal Expansion in the absence of posterior cross-bite to intercept maxillary incisor crowding in the mixed dentition: a CBCT evaluation of spontaneous changes of untouched permanent molars* Eu Journ Paediatric Dent vol. 17/4-2016).

Queste considerazioni possono spiegare anche il significativo **incremento di ampiezza della base ossea mascellare** ($P < 0,001$), riscontrata nel nostro campione tramite sovrapposizioni CBCT, pari a **+2.45 mm** in media a livello dei

Il molari decidui (*BBWE*) e pari a **+1.73 mm** in media a livello dei I molari permanenti (*BBW6*).

Nel nostro lavoro, il **diametro intercanino mascellare** evidenzia un cambiamento pari o lievemente maggiore (**+6.07 mm** in media) rispetto all'escursione stessa della vite, a riprova di un'avvenuta espansione "a ventaglio" del mascellare, similmente a quanto si verifica nell'espansione ortopedica. Il dato è in armonia con il rilievo di una netta attivazione della sutura palatina evidenziata dalle CBCT post espansione, anche se in nessuno dei 10 pazienti da noi esaminati, si è verificata l'apertura di un diastema interincisivo clinicamente apprezzabile.

L'apertura della sutura palatina è stata riportata in letteratura in altri studi sull'espansione lenta mascellare. Mossaz et al. avevano evidenziato che il diametro intercanino subiva un incremento inferiore a quello intermolare nell'arcata mascellare su un campione di 10 pazienti, tra gli 8 e i 12 anni di età, trattati con un espansore lento (Minnie-expander senza appoggio sui canini) con due differenti modalità di ancoraggio cioè con bande e con bonding diretto sui denti. Dal momento che queste apparecchiature non erano dotate di appoggi sui canini, questo risultato è discordante rispetto al nostro campione, dove il *L.E.* presentava estensioni, non bondati, sui canini. La comparazione dei risultati, sia pure non perfettamente sovrapponibile, orienta nettamente la scelta verso la soluzione con appoggio sui canini.

Nel nostro *Studio Pilota II*, l'osservazione dei reperti delle CBCT post espansione, evidenzia immagini riferibili ad attivo **rimodellamento della sutura palatina e delle suture perimascellari**; il rilievo, in assenza di repere attendibili per misurazioni attendibili, ha il valore di una pura e semplice osservazione, peraltro in armonia con i dati clinici.

Il **diametro intercanino nell'arcata mandibolare**, da noi analizzato, risulta aumentato di **0.77 mm** in media, per effetto dell'autoespansione conseguente all'espansione superiore, in accordo con quanto rilevato da Grassia V, D'Apuzzo F, Jamilian A, Femiano F, Favero L, Perillo L. nel loro lavoro *Comparison between rapid and mixed maxillary expansion through an assessment of arch changes on dental casts, Prog Orthod. 2015*, nel quale concludono: "RME and MME can be considered two effective treatment options to improve transverse arch dimensions and gain space in the dental arches. A greater lower arch expansion

was observed in the MME group, which might be attributed to the "lip bumper effects" observed in the MME protocol".

Il **diametro intermolare inferiore**, nel nostro studio in alcuni casi risulta ridotto per effetto dell'autocorrezione del torque conseguente all'espansione superiore e alle modificazioni dell'intercuspidazione che ne derivano, ma i dati rilevati non risultano statisticamente significativi. Analoghi studi post RME di altri Autori, riportano invece un aumento del diametro intermolare (vedi ad esempio Ugolini et al. In Progress in Orthodontics 2016).

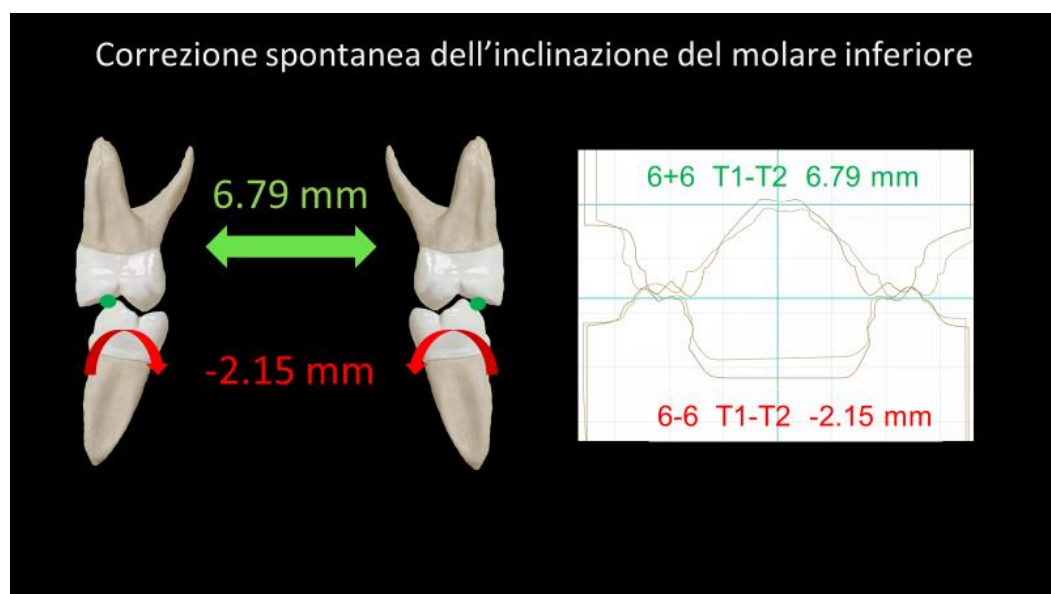


Fig. 17 La correzione del torque corono-linguale del I molare inferiore, in alcuni casi si genera spontaneamente in corso di S.M.E., probabilmente per effetto della correzione dei rapporti occlusali, prodotta dall'espansione.

Un altro aspetto che merita di essere sottolineato, è l'**incremento dell'ampiezza nasale**, pari a **+1.79 mm** in media nella nostra ricerca. L'ammontare è sovrapponibile a quanto rilevato da vari Autori dopo espansione rapida, pari a 1/3 dell'apertura della vite (Garib et alii).

Risultati analoghi, sono riportati da Christie, che ha studiato con CT scanning l'aumento di ampiezza del pavimento nasale dopo espansione rapida, rilevando che corrisponde al 37% (3 mm) della vite impiegata.

Favero L, Arrenghini A e Caprioglio A, hanno recentemente affrontato il tema della ostruzione delle vie aeree nasali con conseguente respirazione orale (*La Respirazione Orale, Ed. Martina 2010*), che, sulla base di studi epidemiologici, si

stima riguardi il 10-15% dei bambini. Tra le possibili conseguenze, sia pure non dimostrabili scientificamente, vengono citate modificazioni della morfologia craniofacciale, alterazioni posturali, alterazioni della postura e della funzione linguale, aumentato rischio di OSAS, deficit dell'ossigenazione, maggior suscettibilità ad affezioni infiammatorie faringo-laringo-tracheo-bronchiali, patologie dentarie e parodontali ed altro ancora. L'abbassamento della resistenza al flusso aereo a livello delle strutture nasali facilita il ristabilirsi del pattern respiratorio fisiologico contribuendo al miglioramento dello stato di salute generale del bambino.

L'ultimo dato rilevante è l'**assenza di dolore durante l'espansione**, come hanno evidenziato i questionari somministrati a n°100 pazienti consecutivi (n°53 maschi, n°47 femmine, età media anni 7.4 +/- 0.8) tutti trattati con vite 6 mm-450 gr. Il risultato del test è risultato migliore rispetto alle attese. L'aspettativa, infatti, era di una significativa riduzione, ma non di azzeramento, del dolore da espansione lenta rispetto alla RME come dimostrato da altri studi sull'argomento. Ad esempio, Lanteri V., Cossellu GG, Farronato GP. segnalano il beneficio della somministrazione di ibuprofene nel controllo della sintomatologia algica in corso di espansione rapida (*Rapid Palatal Expansion: Evaluation of pain and the effect of Analgesic Therapies* Atti 46° Congr. Intern. SIDO, Milano 2015).

Baldini A., Cozza P. et alii, invece, riportano una significativa riduzione del dolore con una attivazione/die anzichè 2/die (*Influence of activation protocol on perceived pain during rapid maxillary expansion* The Angle Orthod. 2015).

Pain Evaluation

La **Scala di Wong-Baker** consiste nella rappresentazione grafica di 6 gradi di dolore crescente, associati a diverse espressioni del volto. Senza dare suggerimenti si mostra la scala al bambino chiedendogli di indicare la faccina che somiglia di più alla sua "bua".

Generalmente si usa il termine "male" per età dai 3 ai 5 anni, il termine "dolore" per età dai 6 agli 8 anni.

Grado	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Fig. 18 Esempio di scheda somministrata ai piccoli pazienti per la valutazione della sintomatologia dolorosa in corso di espansione

Conclusioni

I risultati delle nostre ricerche (**Studio Pilota I e II**), convalidano l'efficacia e l'utilità nell'impiego clinico dell'espansore lento a molle in *ni.ti. Leaf Expander* nella correzione dei deficit di tipo trasversale del mascellare superiore, nei pazienti in fase di crescita. Anche Martina R. et alii, (*Transverse changes determined by rapid and slow maxillary expansion—a low-dose CT-based randomized controlled trial*, Orthod. Craniofac. Res. 2012) con un trial sul confronto tra espansione rapida e lenta, basato su osservazioni CT low dose, affermano che la RME (*rapid maxillary expansion*) non è più efficace della SME (*slow maxillary expansion*) nella correzione del cross bite posteriore. I principali vantaggi nell'utilizzo del **Leaf Expander** consistono nella facilità d'attivazione, nell'assenza di collaborazione da parte del paziente e nella possibilità di ottenere un movimento prevalentemente corporeo dei denti con forze leggere, predeterminate e costanti. Gli effetti sono clinicamente e radiograficamente sovrapponibili a quelli ottenibili con l'R.M.E.. Questa affermazione risulta chiaramente documentata dalla nostra ricerca, sia attraverso le sovrapposizioni dei modelli digitali, sia mediante le sovrapposizioni delle CBCT prima e dopo espansione. Come peraltro risulta anche dalla metanalisi effettuata da Zhou et alii (*Systematic review. The effectiveness of non surgical maxillary expansion: a meta-analysis*. Europ. Journ. Orthod. 2014) sulle espansioni mascellari non chirurgiche, la SME si dimostra efficace nel realizzare l'espansione mascellare e addirittura può apportare risultati superiori alla RME nella regione molare. Confronti con altre apparecchiature assimilabili per tipologia di forze generate (vedi *Quad Helix o Ni-Ti expander*), trattamento di soggetti a fine crescita, valutazione clinica di altri tipi di *L.E.*, stabilità dei risultati a lungo termine rappresentano i futuri obiettivi della nostra ricerca.

Il *L.E.* può certamente costituire una proposta alternativa ad altri metodi di espansione, semplificando significativamente le procedure cliniche, riducendo il numero delle attivazioni e la necessità di controlli clinici, aumentando la predicibilità dei risultati e abbattendo il rischio di errore operatore dipendente.

Concludendo, considerata la rilevanza dei risultati ottenibili ci attendiamo che il **NiTi Leaf Expander** possa emergere come il mezzo terapeutico di prima scelta nei casi di insufficienza trasversale del mascellare superiore nei soggetti in crescita, in grado di indurre positive modificazioni anatomiche e funzionali in modo efficace, efficiente e confortevole.

BIBLIOGRAFIA

1. Andrade Ada S, Gameiro GH, Derossi M, Gavião MB. Posterior cross bite and functional changes. A systematic review *Angle Orthod* 2009;79:380
2. Baldini A, Nota A, Santariello C, Assi V, Ballanti F, Cozza P.: Influence of activation protocol on perceived pain during rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2015;85(6):1015-20
3. Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, Uysal T: Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *The Angle Orthodontist: May 2012, Vol. 82, No. 3, pp. 488-494.*
4. Barber A., Sims M.R.: "Rapid Maxillary expansion and external root resorption in man". *A.J.O.* 79: 630 1981
5. Bazzini E, Ciapponi E, Tomatis F, Garattini G.: Valutazione della prevalenza dei differenti tratti malocclusivi: revisione della letteratura *Il Dentista Moderno* 2016 3:84-105
6. Chang JY, McNamara JA Jr, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;112:330-7.
7. Christie K.F., Boucher N., Chun-Hsi C.: Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dent Orthop* 2010;137:80
8. Corbridge JC, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschange PH: Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion *Am J Orth* 2011;140:317-25
9. Cotton L.: Slow maxillary expansion: skeletal versus dental response to lox magnitude force in Macaca Mulatta. *A.J.O.* 73-1-23 1978.
10. Cozza P, Mucedero M, Ricchiuti MR, Baccetti T: Il canino superiore incluso - diagnosi e tarapia basate sull'evidenza scientifica Ed Martina Bo. 2010
11. De Boer M, Steenks MH.: Functional unilateral posterior cross bite. Orthodontic and functional aspects. *J Oral Rehabil* 1997;24:614-23.

12. Epker, B.N., Wolford, L.M. Dentofacial deformities: Surgical-orthodontic correction. The C. V. Mosby Company, St. Louis; 1980.
13. Farronato GP: Ortognatodonzia Tomo I e II Edi.Ermes Milano 2013
14. Farronato GP, Garagiola U, Dominici A, Periti G, de Nardi S, Carletti V, Farronato D. "Ten-point" 3D cephalometric analysis using low-dosage cone beam computed tomography. *Progr Orthod.* 2010;11(1):2-12.
15. Farronato GP, Loiaconi G, Salvato A, Bruno E. Rapid palatal expansion I: Biological basis *Mondo Ort.*1982;7(4)5-14
16. Farronato GP, Loiaconi G, Salvato A.: Rapid palatal expansion. II: Clinical results. *Mondo Ortod.* 1983;8(6):49
17. Farronato GP, Cordasco G, Farronato D, Esposito L, Briguglio E. The transverse sagittal maxillary expander *J Clin Orthod* 2007Jul;41(7):387-91
18. Farronato GP, Bellincioni F, Moffa M, Maspero C, Salvadori, Pereira P., Esposito L: CBCT in Ortodonzia Expert article - radiologia DentTrib 2, 2002
19. Favero L, Arrenghini A, Caprioglio A: La Respirazione Orale Edizioni Martina Bologna 2010
20. Ferrario S, et al. Dal 2D al 3D nella diagnosi e pianificazione terap dei canini mascellari inclusi *Ital Oral Surg* 2012
21. Ferro R, Besostri A, Olivieri A, Quinzi V, Scibetta D: Prevalence of cross-bite in a sample of Italian preschoolers - *Eur J Paediatr Dent.* 2016 Dec;17(4):307-309
22. Franchi L, Baccetti T. Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. *Orthod Craniofac Res.* 2005 Feb;8(1):21-8T
23. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion—tooth tissue-borne versus toothborne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orth.* 2005;75:548-57
24. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography *Am J Orthod Dent Orthop* 2008;134:8-9

25. Geran RG, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Shapiro LM. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;**129**:631-40.
26. Gianolio A., Beretta M., Lanteri C., **Lanteri V.** Rapid and slow maxillary expansion: a postero-anterior cephalometric study *World J of Orthod.* Vol. suppl. 7th Int. Orth. Congr. Sydney 2010
27. Gianolio A., Lanteri C., **Lanteri V.**, Cherchi C. Un nuovo dispositivo per l'espansione lenta del mascellare superiore: l'espansore riattivabile con molle a balestra in ni-ti memoria® *Boll. Inform. Ortod.* 93: 31-38 2014
28. Gianolio A., Lanteri C., **Lanteri V.**, Cherchi C., A new device for calibrated maxillary expansion: the ni-ti memoria® leaf spring activated expander *America's OrthoNews Leone* vol 1/38: 2-9 2015
29. Gianolio A., **Lanteri V.**, Chierchia C. Rapid and slow maxillary expansion: a postero-anterior cephalometric study *Europ J of Paediatric Dent* Vol 15/4-2014
30. Grassia V, D'Apuzzo F, Jamilian A, Femiano F, Favero L, Perillo L.: Comparison between rapid and mixed maxillary expansion through an assessment of arch changes on dental casts. *Prog Orthod.* 2015;16:20
31. Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod* 2009; 136:460-470.
32. Gribel BF, Gribel NM et al.. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral ceph and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011;81:28-37
33. Harrison JE, Ashby D. Orthodontic treatment for posterior cross bites. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;1:CD000979.
34. Kecik D, Kocadereli I, Saatci I. Evaluation of the treatment changes of functional posterior cross bite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;**131**:202-15.

35. Kennedy D, Osepchooc M,: Unilateral Posterior Cross bite with Mandibular Shift:A Review Journ Can Dent Assoc 2005;71(8):569-73
36. Kilic N, Kiki A, Oktay H. Condylar asymmetry in unilateral posterior cross bite patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:382-7.
37. Kluemper GT, Beeman CS, Hicks EP. Early orthodontic treatment: what are the imperatives? *J Am Dent Assoc* 2000;131:613-20.
38. Lagravère MO, Major PW, Carey J. Sensitivity analysis for plane orientation in three-dimensional cephalometric analysis based on superimposition of serial cone beam computed tomography images. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:400-408
39. Lagravere MO, Major PW. Proposed reference point for 3-dimensional cephalometric analysis with cone-beam computerized tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128:657-660
40. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C: Skeletal and dental changes with fixed slow maxillary expansion treatment: a systematic review *J Am Dent Assoc* 2005 136:194-199
41. Lanteri C., Beretta M., **Lanteri V.** L'espansore lento ammortizzato (E.L.A) *Boll. Inform. Ortod.* 79: 11-20 2007
42. Lanteri C., Beretta M., **Lanteri V.** L'utilizzo dell'Espansore Lento Ammortizzato nell'espansione mascellare *Dent Trib* anno III n° 7:6-12 2007
43. Lanteri C., **Lanteri V.**, Gianolio A., Beretta M., Cherchi C., Espansione del mascellare superiore con il Leaf Expander *Dental Trib* Anno XII n° 6 pag. 20-21 2016
44. Lanteri C., **Lanteri V.**, Gianolio A., Beretta M., Cherchi C., Franchi L., A new way for no compliance palatal expansion: The Leaf Expander *Journ Clin Orthod* Vol 50:09: 552-560 2016
45. Lanteri C., **Lanteri V.**, Gianolio A., Beretta M., Procedura clinica di espansione del mascellare superiore *Italian Dental Journal* ISSN 1970-7428 ottobre 2016

46. Lanteri C., Lerda F., Francolini F. L'Espansore Lento Ammortizzato (E.L.A.) un nuovo apparecchio di espansione mascellare Boll. Inform. Ortod. 4: 22-28 2005
47. **Lanteri V.**, Cossellu GG, Farronato GP. Rapid Palatal Expansion: Evaluation of pain and the effect of Analgesic Therapies Atti 46° Congr. Internaz. SIDO, Milano 2015
48. **Lanteri V.**, Gianolio A., Beretta M. Upper and Lower Dento-Alveolar Modifications after Palatal Expansion Using the Leaf Expander in Growing Patients: A Pilot Study, Atti 47' Intern. Congr. SIDO, Firenze 2016
49. **Lanteri V.**, Lanteri C., Sfondrini M.F. Un nuovo apparecchio di espansione mascellare: l'Espansore Lento Ammortizzato Atti IX Conv. S.I.O.C.M.F. Lombardia Nembro (Bg) 2006
50. Leonardi R, Barbato E, Vichi M, Caltabiano M.: Skeletal anomalies and normal variants in patients with palatally displaced canines Angle Orthod. 2009 Jul;79(4):727-32
51. Leonardi R, Sicurezza E, Cutrera A, Barbato E.: Early post-treatment changes of circumaxillary sutures in young patients treated with rapid maxillary expansion. Angle Orthod. 2011 Jan;81(1):36-41
52. Lerda F., Lanteri C., A new appliance for maxillary expansion: Espansore Lento Ammortizzato World Journ Orth Vol6 suppl. 6th Int. Orth. Congr. Paris pag 273 2005
53. Lione R, Ballanti F, Franchi L, Baccetti T, Cozza P.: Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. Am J Orthod 2008 Sep;134(3):389-92
54. Lippold C, Stamm T, Meyer U, Végh A, Moiseenko T, Danesh G. Early treatment of posterior cross bite - a randomised clinical trial. *Trials* 2013;14:20.
55. Martina R, Cioffi I, Farella M, Leone P, Manzo P, Matarese G, Nucera R, Cordasco G: Transverse changes determined by rapid and slow maxillary

- expansion—a low-dose CT-based randomized controlled trial, *Orthod. Craniofac. Res.* 15:159-168, 2012.
56. Martina R., Laino A., Riccitello F., Berardi M.: "Espansione rapida del palato: Analisi al S.E.M. delle superfici radicolari dei primi molari e primi premolari superiori." *Atti 79° Congr. F.D.I. IV*: 105 1991
57. Mercuri E, Cassetta M, Cavallini C, Vicari D, Leonardi R, Barbato E. Skeletal features in patient affected by maxillary canine impaction *Med Oral Patol Oral Bucal* 2013 Jul 1;18(4):e597-602
58. Mercuri E, Cassetta M, Cavallini C, Vicari D, Leonardi R, Barbato E : Dental anomalies and clinical features in patients with maxillary canine impaction *Angle Orthod* 2013 Jan;83(1):22-8
59. Mobrici P., Beretta M., *Lanteri V.*, Lanteri C. Caprioglio A., Dental skeletal and periodontal changes in adult patients treated with a slow maxillary expander *ATTI 89° Cong. EOS Free Topics SP 251 pag.175* Santiago de Compostela 2012
60. Mossaz-Joëlon K, Mossaz CF, Slow maxillary expansion: A comparison between banded and bonded appliances *The European Journal of Orthodontics* 1989 11(1):67-76
61. Mutinelli S, Manfredi M, Guiducci A, Denotti G, Cozzani M: Anchorage onto deciduous teeth: effectiveness of early rapid maxillary expansion in increasing dental arch dimension and improving anterior crowding *Prog Orthod* 2015;16:22
62. Perillo L, De Rosa A, Iaselli F, Fabrizia D'Apuzzo F, Grassia V, Cappabianca S: Comparison between rapid and mixed maxillary expansion through an assessment of dento-skeletal effects on posteroanterior cephalometry *Progress in Orthodontics* 2014 15:46
63. Perrotti G, Testori T, Nowakowska JK, Del Fabbro M, Weinstein RL: Measurement comparison between data obtained with 3-D reconstruction from CT and cephalometric radiogram and direct anthropometry and 2D norms *It J Maxillofac Surg* 2014;25:1-2

64. Petrés S, Bjerklin K, Bondemark L. Stability of unilateral posterior cross bite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e73-81.
65. Rosa M, Lucchi P, Manti G, Caprioglio A; Rapid Palatal Expansion in the absence of posterior cross-bite to intercept maxillary incisor crowding in the mixed dentition: a CBCT evaluation of spontaneous changes of untouched permanent molars *Eu Journ Paediatric Denty* vol. 17/4-2016
66. Rossini G, Cavallini C, Cassetta M, Barbato E.: 3D cephalometric analysis obtained from computed tomography. Review of the literature. *Ann Stomatol* 2011 Mar;2(3-4):31-9
67. Rossini G, Cavallini C, Cassetta M, Galluccio G, Barbato E.: Localization of impacted maxillary canines using cone beam computed tomography. Review of the literature. *Ann Stomatol* 2012 Jan;3(1):14-8
68. Ruellas AC, Huanca Ghislanzoni LT, Gomes MR, Danesi C, Lione R, Nguyen T, McNamara JA Jr, Cozza P, Franchi L, Cevidanes LH.: Comparison and reproducibility of 2 regions of reference for maxillary regional registration with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod* 2016 Apr;149(4):533-42.
69. Sicurezza E, Palazzo G, Leonardi R. Three-dimensional computerized tomographic orbital volume and aperture width evaluation: a study in patients treated with rapid maxillary expansion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Apr;111(4):503-7.
70. Tausche E, Luck O, Harzer W. Prevalence of malocclusions in the early mixed dentition and orthodontic treatment need. *Eur J Orthod* 2004;26:237-44.
71. Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite *Eur J Orth* 1984;6:25-34

72. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L, Tanasescu CD.: Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 Oct;110(4):417-22.
73. Ugolini A, Doldo T, Huanca Ghislanzoni LT, Mapelli A, Giorgetti R, Sforza C: Rapid palatal expansion effects on mandibular transverse dimensions in unilateral posterior cross bite patients: a three-dimensional digital imaging study. *Progress in Orthodontics* 2016 17:1
74. Viggiano D, Fasano D, Monaco G, Strohmer L. Breast feeding, bottle feeding, and non-nutritive sucking; effects on occlusion in deciduous dentition. *Arch Dis Child.* 2004 Dec;89(12):1121-3.
75. White LW, Bishara SE. JCO interviews Samir E. Bishara, BDS, DOrtho, DDS, MS on growth and orthodontic treatment. *J Clin Orthod* 1998;32:361-7.
76. Wonga CA; Sinclairb PM; Keimc RG; Kennedyd DB Arch dimension changes from successful slow maxillary expansion of unilateral posterior cross bite *Angle Orthod*, Vol 81, No 4, 2011
77. Zhou Y; Long H; Ye N; Xue J; Yang X; Liao L; Lai W; Sistematic review. The effectiveness of non surgical maxillary expansion: a meta-analysis. *Europ. Journ. Orthod.* 36 (2014) 233-2421.