

# Valutazione delle variazioni tridimensionali delle prime vie aeree superiori in seguito ad espansione ortopedica del palato mediante disgiunzione rapida: presentazione di un caso clinico

## Nasal volume changes after rapid maxillary expansion: a three-dimensional computer tomographic evaluation. Case report

Roberto Biagi, Irene Saporito, Carlo Erminio Pelizzoni, Antonino Salvato

Università degli Studi di Milano, Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Corso di Laurea Specialistica in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Insegnamento di Ortognatodonzia, Titolare: Prof. A. Salvato

### PAROLE CHIAVE

Espansione palatale, tomografia computerizzata a fascio conico (CBCT), piramide nasale.

### KEY WORDS

Maxillary expansion, cone beam computed tomography (CBCT), nasal pyramid.

### SUMMARY

**Aim of the work:** to quantify the nasal volume changes after rapid maxillary expansion (RME) using cone beam computed tomography (CBCT).

**Materials and methods:** a 13-year-old female with transverse maxillary deficiency, bilateral posterior crossbite and crowding. A CBCT of the skull was obtained with a Next Generation i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) before and after RME. Tomograms were analyzed using Mimics 10.11 software (Materialize Medical Co., Leuven, Belgium). The following linear measures have been evaluated: PNS-ANS on sagittal plane, J-J on transverse plane, N-ANS on vertical plane; soft tissues considering cutaneous J points. The following volumetric measures have been evaluated: Volume 1 ( $V_1$ ) was equivalent to a parallelepipedon volume with J-J as base, N-ANS as height and PNS-ANS as width; Volume 2 ( $V_2$ ) was equivalent to a parallelepipedon volume with a parallel line to J-J plane passing through the right central incisor (r. CI) as base, a line passing through the most vestibular point of r. CI cementum-enamel junction line and parallel to lower sagittal plane (PNS-ANS) as depth and the distance between N and the lower sagittal plane as height.

**Results:** before RME the linear measures were: PNS-ANS 50.42 mm, J-J 37.67 mm, N-ANS 53.59 mm, skin 108.47 mm; after RME they were: PNS-ANS 50.24 mm, J-J 44.86 mm, N-ANS 52.36 mm, skin 107.98 mm. Before RME the volumetric measures were:  $V_1$  101.785 cm<sup>3</sup>,  $V_2$  141.066 cm<sup>3</sup>; after RME they were:  $V_1$  118.007 cm<sup>3</sup>,  $V_2$  166.746 cm<sup>3</sup>. After RME, CBCT showed a better linear increase of the frontal plane particularly of the nasal base, whereas a  $V_1$  increase of 15.93% and a  $V_2$  increase of 18.20% were a consequence of pyramidal geometry of the examined volumes. The soft tissues well compensated the skeleton changes.

**Conclusion:** the nasal volume changes after RME, but further investigations are necessary to optimize the method of analysis.

### Introduzione

Da tempo è nota l'efficacia dell'uso di apparecchiature

fisse nella terapia ortopedica come trattamento di casi di pazienti che presentano deficit della dimensione trasversa del mascellare superiore (1). Un esempio di tali dispositi-

vi è rappresentato dall'espansore tipo Hyrax (2) (fig. 1). Questo è dotato di una vite attivabile in espansione fino ad un massimo di 1,2 cm, in funzione delle necessità cliniche (3). L'utilizzo di questo tipo di terapia comporta un evidente aumento del diametro dell'arcata superiore che però è solo in parte imputabile ad un effettivo incremento della dimensione trasversale della base ossea. Infatti, una parte delle modificazioni indotte dalle forze orizzontali è dovuta alla reazione della componente dento-alveolare (4). Sono stati effettuati numerosi studi allo scopo di quantificare con precisione le variazioni dimensionali indotte alle diverse strutture anatomiche considerate, ma finora non è stato possibile dimostrare quali siano le effettive variazioni, in chiave tridimensionale, delle prime vie aeree in seguito ad espansione ortopedica del palato (ERP).

Le cause di quanto affermato possono essere ascrivibili a:

- ▀ le possibilità diagnostiche offerte dalla tecnologia. Fino a poco tempo fa, erano comprese in tre diverse categorie:

- radiologia bidimensionale,
- tomografia computerizzata (TC) convenzionale (assiale e spirale) (5),
- esami di funzionalità respiratoria.

Esse risultano ad oggi inadeguate al nostro scopo per varie motivazioni. L'analisi tridimensionale, in vivo, degli spostamenti indotti dalla ERP utilizzando la radiologia bidimensionale risulta estremamente complicata: pur offrendo la possibilità di esecuzione dell'esame nelle tre proiezioni dello spazio (frontale, latero-laterale e occlusale), la complessità scheletrica del cranio crea delle sovrapposizioni ossee che alterano la nitidezza delle immagini, rendendo impossibile determinare gli spostamenti di alcune strutture ossee circummaxillari. La valutazione delle modificazioni indotte a livello scheletrico tramite TC convenzionale offre una buona visualizzazione delle componenti ossee (6), ma espone il paziente ad una dose radioge-



Fig. 1. Espansore rapido palatale tipo Hyrax.

na elevata non giustificabile. Gli esami basati su prove di funzionalità, come la rinomanometria (7), non possono evidentemente fornire un quadro delle modificazioni morfologico-posizionali delle strutture anatomiche interessate (ossa mascellari, ossa palatine, suture, base nasale, turbinati, setto nasale ecc.);

- ▀ assenza di punti di repere ripetibili ed adeguati che permettano di effettuare uno studio tridimensionale mediante la comparazione di esposizioni effettuate in tempi diversi (prima e dopo l'espansione). L'evoluzione delle tecniche di acquisizione tomografiche, con l'introduzione della tomografia computerizzata a fascio conico (CBCT) (8), ha fornito la possibilità di ampliamento delle potenzialità di diagnosi, prospettando così una nuova opportunità di metodologie d'indagine che risultino affidabili e ripetibili.

Lo scopo di questo studio preliminare è triplice:

- ▀ indicare quali strumenti radiologici siano attualmente più idonei per analisi 3D in ambito stomatognatico, ponendo particolare attenzione all'aspetto della radioprotezione,
- ▀ definire punti di repere adeguati per questo specifico studio tridimensionale,
- ▀ fornire una prima valutazione documentata delle modificazioni scheletriche indotte dalla ERP e delle possibili implicazioni funzionali (in particolare a livello respiratorio).

## Materiali e metodi

### ■ Caso clinico

Per il nostro studio è stata selezionata una paziente, GZ, di 13 anni per la quale, previo studio del caso in modo convenzionale (fig. 2, 3, 4), è stato programmato un piano di trattamento che prevedeva in una prima fase una espansione ortopedica del palato ed in una seconda fase, dopo avulsione di 1.4, 2.4, 3.4 e 4.4, il bandaggio completo, una barra palatina ed un arco linguale per il controllo dell'ancoraggio. È stata prevista una contenzione a fine trattamento con una placca di Hawley superiore e un retainer fisso inferiore, da 3.3 a 4.3.

La valutazione delle variazioni tridimensionali delle prime vie aeree superiori è stata eseguita al termine della prima fase di trattamento (fig. 5).

### ■ Esami strumentali specifici

Per la valutazione dell'effettivo aumento del diametro tra-

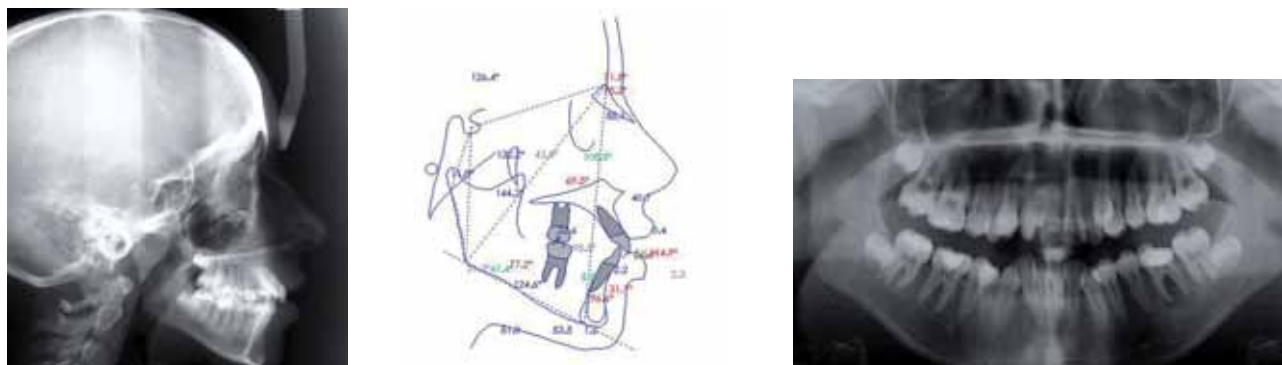


Fig. 2. a) Teleradiografia latero-laterale; b) tracciato cefalometrico secondo la Scuola di Milano, c) OPT.



Fig. 3. Foto intraorali.

sverso della base ossea maxillare è stata eseguita una CBCT del cranio prima del trattamento e ad una settimana dal termine della prima fase terapeutica con espansore tipo Hyrax. Il tomografo utilizzato è stato l'i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA). Tale apparecchiatura consente un notevole decremento dell'esposizione a radiazioni rispetto a quella

necessaria per una tomografia computerizzata di tipo assiale o spirale, consentendo al contempo un'elevata qualità delle immagini. La dose di radiazioni somministrata è compresa, infatti, tra 36 e 74  $\mu$ Sv (9). Tale intervallo dipende dal settaggio della macchina, la quale viene regolata in relazione alle differenti necessità diagnostiche. Il tomografo dispone di un sensore, più propriamente

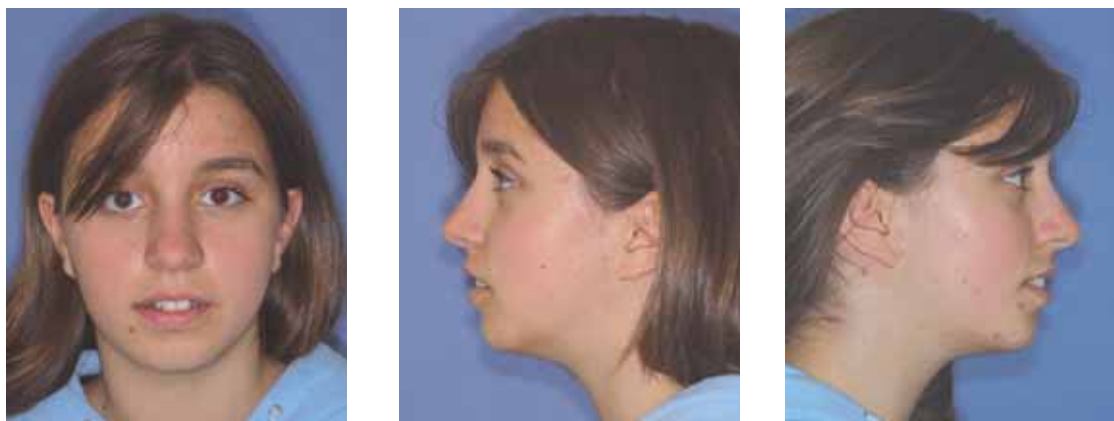


Fig. 4. Foto extraorali.



Fig. 5. Foto intraorali dopo espansione ortopedica del palato.

definito detettore, a pannello piatto (10), di 20x25 cm, in silicio amorfo a 14 bit che consente un notevole incremento della gamma dinamica e permette la rilevazione rispetto alla scala di grigi di 16.384 tonalità diverse. Il tempo di esposizione è di 8,5 secondi, la radiazione è pulsata. I dati ottenuti dalle rilevazioni radiologiche vengono elaborati da un computer che trasforma i volumi elementari (voxel), ottenuti dallo strato corporeo, in pixel e in seguito li memorizza in formato Dicom 3.

■ Punti di repere

La definizione di punti di repere su cui potere effettuare

delle misurazioni confrontabili tra il primo esame TC (pre-espansione) ed il secondo (post-espansione), mantenendo un margine minimo di errore, ha richiesto una notevole attenzione durante la preparazione di questo studio. Infatti, una condizione preliminare necessaria è il corretto posizionamento tridimensionale del cranio del paziente durante l'esecuzione dell'esame tomografico, in entrambe le sedute di acquisizione. La tomografia computerizzata è in grado di acquisire l'intero volume anatomico in esame, fornendo un elevatissimo numero di sezioni nei tre piani dello spazio. Ad esempio, se si considerano quelle che riguardano il piano frontale, risulta

evidente che, se non vengono effettuate le misurazioni stabilite su due sezioni (prima e seconda scansione) che posseggono le stesse coordinate anatomiche, verrà introdotto un errore di tipo posizionale che renderebbe inattendibili le relative misurazioni. Le misurazioni, pre e post-espansione palatale, sono state eseguite sul piano frontale (fig. 6 e 7), utilizzando come riferimento posizionale, per la sezione di interesse, una linea tangente alla superficie mesiale del primo molare superiore destro, nella sua porzione più prominente, visto da una sezione assiale della CBCT corrispondente alla linea amelo-cementizia di tale elemento. Gli elementi dentari, infatti, possono essere considerati punti di repere attendibili, data la loro radiopacità e l'affidabilità posizionale in caso di soggetti con parodonto sano e per esami ripetuti a breve distanza di tempo. Sulla corrispondente sezione frontale sono stati presi in considerazione vari livelli della piramide nasale nelle regioni inferiore, media e superiore. Sono stati scelti, quindi, i punti su cui eseguire le misurazioni lineari e su cui valutare l'incremento volumetrico della zona maxillo-nasale: sul piano frontale, i punti J destro e J sinistro (J = punto più concavo sul piano frontale della tuberosità mascellare); sul piano verticale, il punto N (N = punto centrale della sutura nasofrontale) ed il punto SNA (SNA = spina nasale anteriore); sul piano sagittale, il piano SNP-SNA. Nel nostro lavoro, quindi, abbiamo studiato il caso clinico in esame tridimensionalmente, eseguendo numerose misurazioni sia di tipo lineare sia di tipo spaziale sulle CBCT del cranio eseguite prima e dopo l'espansione

ortopedica del mascellare superiore.

Dopo aver scelto i punti di repere da prendere in considerazione, abbiamo eseguito le stesse valutazioni quantitative più volte per verificare la ripetibilità e la precisione delle stesse.

Le misurazioni lineari che sono state eseguite riguardano:

- ▶ la distanza tra i punti SNP ed SNA, sul piano sagittale; tra il punto J destro e J sinistro, sul piano trasverso, e la distanza tra il punto N e SNA, sul piano verticale;
- ▶ la distanza trasversale a livello cutaneo come prolungamento del piano J-J fino al margine cutaneo corrispondente.

Le valutazioni spaziali (fig. 8 e 9) sono state realizzate tramite la costruzione di piani passanti per i punti da noi selezionati e considerano:

- ▶ il volume (V1) del parallelepipedo che ha per base il piano J-J, per altezza la distanza tra il punto N e SNA e la larghezza è data dal piano SNP-SNA;
- ▶ il volume (V2) del parallelepipedo costruito in questo modo:
  - la profondità è data dalla retta passante per il punto più vestibolare della linea amelo-cementizia dell'incisivo centrale destro (IC dx) e parallela al piano SNA-SNP (piano sagittale inferiore),
  - la base è parallela al piano J-J e passante per IC dx,
  - l'altezza è considerata dal punto N al piano sagittale inferiore.

Il software utilizzato è stato Mimics 10.11 software (Materialize Medical Co., Leuven, Belgio).



Fig. 6. Sezione frontale della CBCT pre-espansione.

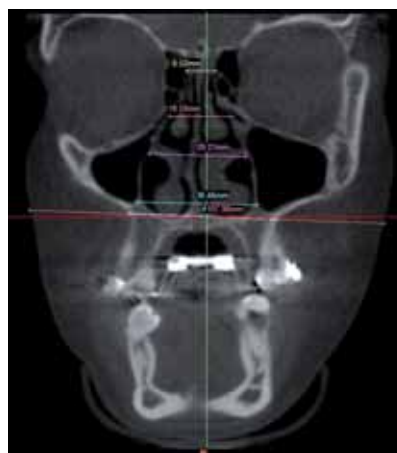


Fig. 7. Sezione frontale della CBCT post-espansione.

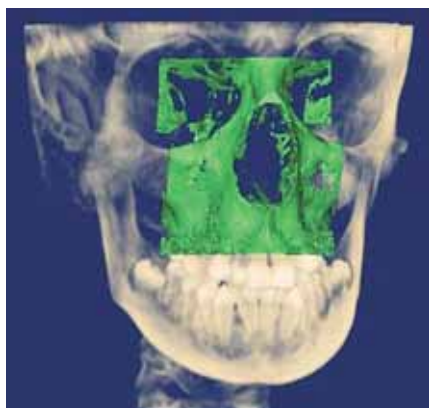


Fig. 8. Ricostruzione tridimensionale del distretto maxillo-nasale pre-espansione.



Fig. 9. Ricostruzione tridimensionale del distretto maxillo-nasale post-espansione.

## Risultati

Dall'analisi delle misurazioni sul piano frontale a vari livelli della piramide nasale è possibile osservare come l'ampiezza della sutura naso-frontale resti costante; infatti le distanze sono 8,53 mm nella prima scansione e 8,52 mm nella seconda. A livello dei turbinati medi si rileva un aumento dimensionale post-espansione di 0,51 mm che a livello della base dei turbinati inferiori si implementa fino a 3,1 mm. Il piano trasverso, ovvero il piano J-J, rappresenta la dimensione maggiormente interessata: la sua lunghezza aumenta del 19,46%, mentre gli altri piani non subiscono sostanziali variazioni. Lo studio dei volumi, V1 e V2, tramite l'uso del software Mimics 10.11, ha evidenziato l'aumento effettivo volumetrico di tali aree, incremento quantificabile nel 15,93% calcolando il volume V1 e nel 18,20% calcolando il volume V2. Questa differenza percentuale è imputabile alla geometria piramidale dei volumi considerati.

Le tabelle riassumono i risultati che abbiamo ottenuto

	Pre-espansione	Post-espansione
SNP-SNA	50,42 mm	50,24 mm
J-J	37,67 mm	44,86 mm
N-SNA	53,59 mm	52,36 mm
Cute	108,47 mm	107,98 mm

Tab. 1. Misure lineari.

dai calcoli eseguiti sia linearmente che spazialmente sulle sezioni di nostro interesse (tab. 1 e 2).

## Discussione e conclusioni

Come si evince dalla letteratura (11,12), l'espansione ortopedica del palato rappresenta una metodologia terapeutica di grande efficacia, la cui espressione a livello delle strutture ossee e delle vie aeree superiori deve essere ancora pienamente quantificata. Per l'evoluzione tecnologica, allo stato attuale è possibile uno studio tridimensionale del cranio (13) per una diagnosi finalizzata ad un piano di trattamento ottimale e per una eventuale verifica del risultato ottenuto. Nel caso clinico presentato i dati che abbiamo raccolto dall'analisi comparata dei due esami CBCT eseguiti, evidenziano come dopo trattamento con ERP è il piano trasverso del mascellare superiore che subisce il reale aumento dimensionale, mentre gli altri piani risentono minimamente dell'effetto dell'apparechiatura. Dalla visione frontale delle prime vie aeree si può osservare come la piramide nasale modifichi le sue

	Pre-espansione	Post-espansione
V1	101,785 cm <sup>3</sup>	118,007 cm <sup>3</sup>
V2	141,066 cm <sup>3</sup>	166,746 cm <sup>3</sup>

Tab. 2. Misure spaziali.

dimensioni in maniera piramidale, infatti la zona dei turbinati superiori rimane pressoché invariata. Il confronto delle distanze a livello cutaneo dimostra come i tessuti molli riescano bene a compensare le variazioni di tipo scheletrico. Risulta molto interessante lo studio della zona del mascellare superiore e delle prime vie aeree: infatti, l'incremento volumetrico riscontrato dimostra come la terapia con ERP aumenti considerevolmente la quantità di flusso aereo e migliori la pervietà delle vie aeree superiori, come peraltro riportato in letteratura (14, 15). Ricketts (16) già nel 1968 aveva definito le implicazioni fisiologiche legate all'ipoplasia mascellare nella sindrome da ostruzione nasale da lui descritta: tra queste è presente la microrinia, l'ipertrofia adeno-tonsillare, il palato molle diretto verticalmente, la lingua che assume una postura più bassa ed anteriore. La disgiunzione ortopedica del palato comporta sia l'incremento del volume complessivo delle cavità nasali (17), con conseguente aumento della portata d'aria, che una migliore postura della lingua e del palato molle. Tutto ciò determina il ripristino parziale o totale delle funzioni proprie della respirazione nasale (14, 15, 18). I pazienti con malocclusione da ipoplasia secondaria del mascellare superiore traggono numerosi benefici dalla terapia con ERP (19) riassumibili:

- nel miglioramento della funzione respiratoria,
- nella riduzione della frequenza di riniti e rinosinusiti,
- nella riduzione della frequenza di adeno-tonsilliti secondarie (20),
- nel minore numero di episodi di otite purulenta,
- nella migliore ventilazione e ricambio d'aria.

Possiamo concludere, quindi, affermando che le potenzialità offerte dalle CBCT sono notevoli (21), sia come qualità e definizione di immagine che come radioprotezione del paziente (22). Non essendo le tecniche di acquisizione ancora standardizzate, ne deriva la difficoltà di definizione dei punti di repere più appropriati relativamente alle informazioni che si desiderano ottenere per la diagnosi. In prospettiva futura, lo sviluppo di metodologie che permettano la standardizzazione della posizione del paziente durante l'esecuzione dell'esame CBCT consentirà una maggiore precisione nella diagnosi e di conseguenza un miglioramento dei piani di trattamento.

## Riassunto

**Scopo del lavoro:** lo scopo di questo studio preliminare è stato quello di quantificare, tramite l'utilizzo di una tomo-

grafia computerizzata a fascio conico (CBCT), le modificazioni scheletriche tridimensionali indotte dall'espansione ortopedica del palato (ERP) a livello delle strutture maxillo-nasali; definendo, prima, punti di repere adeguati su cui effettuare misurazioni lineari e spaziali valide e ripetibili.

**Caso clinico:** per il nostro studio è stata selezionata una paziente che presentava una malocclusione di I Classe scheletrica con significativo deficit trasverso della maxilla e affollamento dentario sia superiore che inferiore. È stato programmato il seguente piano di trattamento: una espansione ortopedica del palato; l'estrazione di 1.4, 2.4, 3.4 e 4.4; il bandaggio completo con barra palatina ed arco linguale per il controllo dell'ancoraggio ed, infine, una contenzione con una placca di Hawley superiore e un retainer fisso inferiore, da 3.3 a 4.3. Una CBCT è stata eseguita prima di iniziare il trattamento ortopedico; una seconda a distanza di una settimana dal termine dell'espansione del mascellare superiore.

**Discussione e conclusioni:** dall'analisi comparata dei due esami CBCT eseguiti, si evidenzia come dopo trattamento con ERP le modifiche morfologiche lineari più consistenti si hanno nel piano frontale, sia a livello maxillare che a livello delle prime vie aeree superiori; in particolare, si è osservato un incremento della piramide nasale maggiore in corrispondenza della base. Le valutazioni volumetriche dimostrano come il mascellare superiore e le prime vie aeree superiori subiscano un aumento del 15,93% calcolando  $V_1$ , e del 18,20% calcolando  $V_2$ . Tale differenza percentuale è imputabile alla geometria piramidale dei volumi considerati. Il confronto delle distanze a livello cutaneo dimostra come i tessuti molli riescano bene a compensare le variazioni di tipo scheletrico. Ulteriori indagini sono necessarie per ottimizzare la metodologia di analisi.

## Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento è rivolto alla Sirio Srl di Milano per la fattiva collaborazione nella diagnostica per immagini 3D.

## Bibliografia

1. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970 Mar; 57(3):219-55.
2. Spolyar JL. The design, fabrication, and use of a full-coverage

- banded rapid maxillary expansion appliance. *Am J Orthod* 1984;86(2):136-145.
3. Francolini F, Francolini F. R.E.P. Espansore rapido palatino. *Bollettino di Informazioni Ortodontiche Leone* 2008;80:20-26.
  4. Linder-Aronson S, Lindgren J. The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod* Jan 1979;6(1):491-501.
  5. Cozza P, Ballanti F, Fannucci E, Fusco N, D'Urso S, Broccoli P. Tomografia computerizzata multistrato a bassa dose per la diagnostica dei denti inclusi. *Dental Cadmos Aprile* 2008;76(4):I-XXIII.
  6. Sfondrini G, Schiavi A, Vadalà G. Espansione rapida del palato: controllo degli effetti ortopedici con la T.A.C.. *Mondo Ortodontico* 1989 Sep-Oct;14(5):637-646.
  7. Farronato GP, Bruno E. Rinomanometria e problematica ortognatica. *Editoriale Odontoiatria Oggi* 1988; 2.
  8. Bianchi SD et al. 2D and 3D images generated by cone beam computed tomography (CBCT) for dentomaxillofacial investigations. *Car'98* 1998; 792-797.
  9. Hirsch E. Radiation exposure by multislice CT vs. Cone-Beam CT. *Proceedings 84th IADR Congress 2006; Brisbane (Australia)*.
  10. *Relazione Annuale Varian Medical System, 2004. Detettori a pannello piatto.*
  11. Farronato GP, Loiaconi G, Salvato A et al. Disgiunzione rapida del palato I Parte. *Basi biologiche. Mondo Ortodontico* 1982;4:1-9.
  12. Farronato GP, Loiaconi G, Salvato A. Disgiunzione rapida del palato II Parte. *Dati clinici. Mondo Ortodontico* 1983;6:49-56.
  13. Hansen L, Tausche E, Hietschold V, Harzer W, Lagravere M. Skeletally-anchored rapid maxillary expansion – a three-dimensional evaluation. *Proceedings 83rd EOS Congress 2007; June 20-24; Berlin, Germany.*
  14. Gianni E, Salvato A, Farronato GP, Mannucci C, Ghirardi F, Ciafone F. Indagine spirometrica computerizzata dopo disgiunzione rapida del palato. *Odontoiatria Oggi* 1984;1(2):109-117.
  15. Gianni E, Salvato A, D'Amato S, Farronato GP, Vago M, Ciafone F. Indagine spirometrica computerizzata dopo disgiunzione rapida del palato. II parte. *Odontoiatria Oggi* 1985;2(2):107-112.
  16. Ricketts RM. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod* 1968;54(7):485-491.
  17. Piccini A, Giorgetti R, Fiorelli G. Nasal respiratory stenosis and maxillary ipoplasia. Changes after orthodontic treatment with rapid palatal expansion. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 1989;9(4):375-380.
  18. Santoro F, Salvato A, Farronato GP, Loiaconi G. Disgiunzione rapida del palato III Parte: ripercussioni sul setto nasale. *Mondo Ortodontico* 1984;8:35-43.
  19. McNamara JA. Maxillary trasverse deficiency. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;117(5):567-570.
  20. Cordasco G, Mazza M, Militi A, Nucera R, Portelli M. Regressione spontanea della ipertrofia adenoidea dopo espansione rapida mascellare. *Virtual Journal of Orthodontics*, Feb 2004 10; 5(4):1-7.
  21. Bell A, Ayoub AF, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. *J Orthod* 2003 Sep; 30(3):219-23.
  22. Sakabe J. et al. Reproducibility and accuracy of measuring unerupted teeth using limited cone beam X-ray CT. *Dentomaxillofacial Rad* 2007;36: 2-6.

## Indirizzo Autore

*Roberto Biagi*  
*Unità Operativa di Ortognatodonzia*  
*Università degli Studi di Milano*  
*Istituto Stomatologico Italiano*  
*Via Pace 21 - 20122 Milano*  
*E-mail: roberto.biagi@unimi.it*