

Correlazione tra espansione rapida del palato e funzionalità respiratoria

C. Maspero, G. Galbiati, L. Giannini, G. Farronato

Università degli Studi di Milano – Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico
Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Ricostruttive e Diagnostiche – Direttore: prof. F. Santoro
Scuola di Specialità in Ortognatodonzia – Direttore: prof. G. Farronato

1. Introduzione

Le cavità nasali sono spazi anfrattuosi posti inferiormente alla cavità cranica e superiormente al cavo orale. Lateralmente sono delimitate dalle cavità orbitarie e dai seni mascellari.

Il setto nasale, formato dalla lamina perpendicolare dell'etmoide, dal vomere e da una componente cartilaginea, separa le due fosse

nasali. Posteriormente esse comunicano con la faringe attraverso le aperture nasali posteriori o coane; anteriormente sono in comunicazione con l'esterno attraverso l'apertura nasale anteriore o piriforme. Sono costituite da due componenti: i vestiboli e le cavità nasali propriamente dette. I primi, interposti fra l'apertura piriforme e le cavità nasali propriamente dette, presentano un rivestimento

interno cutaneo inserito su uno scheletro cartilagineo.

L'apparato pilifero è rappresentato dalle vibrisse, il primo meccanismo di difesa contro l'ingresso di corpuscoli nelle vie aeree superiori.

Le cavità nasali propriamente dette costituiscono la componente principale della cavità e sono site posteriormente al vestibolo. Presentano schematica-

Riassunto

OBIETTIVI. Analizzare una delle multifunzioni stomatognatiche, la respirazione, e presentare un caso clinico. **MATERIALI E METODI.** Sono descritti i meccanismi biologici della respirazione, le sue possibili alterazioni e implicazioni cliniche, gli effetti locali e sistemici della respirazione orale e i benefici dell'espansione rapida del palato sulla funzione respiratoria. **RISULTATI E CONCLUSIONI.** Si evidenzia una riduzione delle resistenze nasali in seguito alla terapia con espansore rapido del palato. Viene presentato il caso clinico di una paziente con ipoplasia trasversa del mascellare superiore risolta tramite espansione rapida del palato. La funzionalità respiratoria è facilmente indagabile tramite metodiche sperimentali altamente predicibili e pertanto la sua misurazione è da considerare, insieme ad altri valori funzionali, un parametro di estrema importan-

za per la valutazione della salute dell'intero apparato stomatognatico. Si può quindi concludere che l'esame rino-manometrico può essere un utile ausilio alla diagnosi e al follow-up, soprattutto in quei pazienti che presentano riduzioni del diametro trasverso del mascellare superiore.

Parole chiave odontoconsult.it

Rinomanometria anteriore attiva
Espansione rapida del palato
Funzionalità respiratoria
Ortodonzia
Respirazione orale

Abstract

Correlation between rapid palatal expansion and breathing function

OBJECTIVES. To analyze breathing as one of the oral functions and to report a case. **MATERIALS AND METHODS.** Biological basis of breathing, its possible alterations and clinical consequences, local and systemic effects of mouth respiration and rapid palatal expansion advantages are described. **RESULTS AND CONCLUSIONS.** Breathing may be easily evaluated by experimental techniques and its functional measurement can be considered a very important oral health parameter, together with other functional

measures. Rhinomanometry can be considered a very important aid for diagnosis and follow-up especially in those patients with transverse maxillary deficit.

Key words

Active anterior rhinomanometry
Rapid palatal expander
Breathing function
Orthodontia
Oral breathing

mente la forma di una piramide tronca. La base rettangolare è formata dal processo palatino dell'osso mascellare e dall'osso palatino; l'osso etmoide determina la volta, concava e arrotondata. La parete mediale, formata dal setto nasale, si presenta liscia e uniforme; al contrario la parete laterale, rappresentata dall'osso mascellare, è caratterizzata dalla presenza dei cornetti nasali, sporgenze ossee che determinano i meati nasali, superiore, medio e inferiore, in cui si aprono i seni paranasali, spazi anfrattuosi scavati nelle ossa che circondano le cavità nasali. Queste ultime sono il seno mascellare, le cellule etmoidali, il seno frontale e il seno sfenoidale (1,2).

Le cavità nasali propriamente dette e i seni paranasali sono ricoperti da mucosa respiratoria, formata da epitelio batiprismatico pseudostratificato, ricco di cellule caliciformi mucipare e di ciglia vibratili. Tale mucosa è denominata mucosa delle vie respiratorie in quanto le caratteristiche presenti in essa si ritrovano nei successivi settori delle vie aeree; tuttavia, a causa della presenza di alcune caratteristiche specifiche riguardo allo spessore e alla vascolarizzazione, è chiamata anche membrana di Schneider (2). Inoltre, in un'area

limitata in prossimità del tetto e delle pareti laterali delle cavità nasali sono presenti cellule olfattive, i cui assoni, riuniti nel nervo olfattivo, raggiungono il telencefalo.

Obiettivo del lavoro

Scopo di questo lavoro è l'analisi di una delle multifunzioni stomatognatiche: la respirazione. Vengono presentati i meccanismi biologici della respirazione, le sue possibili alterazioni e le relative implicazioni cliniche, gli effetti locali e sistemici della respirazione orale e i benefici dell'espansione rapida del palato (*rapid palatal expansion*, RPE) sulla funzione respiratoria.

Quest'ultimo punto viene presentato tramite il caso clinico di una paziente con ipoplasia trasversale del mascellare superiore, risolta tramite RPE, nella quale si evidenzia una riduzione delle resistenze nasali in seguito alla terapia con espansore rapido del palato.

Gli autori dichiarano che lo studio presentato è stato realizzato in accordo con gli standard etici stabiliti nella Dichiarazione di Helsinki, e che il consenso informato è stato ottenuto da tutti i partecipanti prima del loro arruolamento allo studio.

2. Funzionalità respiratoria: fisiologia

Il fine della respirazione è il trasporto di ossigeno ai tessuti e la rimozione da questi dell'anidride carbonica; le vie aeree superiori rivestono un ruolo fondamentale nell'ambito della ventilazione polmonare, la cui funzione è l'immissione di ossigeno dall'aria atmosferica agli alveoli polmonari e l'eliminazione di anidride carbonica (3). Le cavità nasali e paranasali non solo permettono il passaggio dell'aria durante le fasi di inspirazione ed espirazione, ma ne modificano alcune proprietà.

Le caratteristiche anatomiche proprie delle cavità nasali permettono di mantenere un gradiente di pressione fra ambiente esterno e rinofaringe. Questa differenza pressoria fa sì che il passaggio dell'aria verso le vie aeree superiori avvenga senza sforzo (4-7).

Le strutture che regolano il flusso aereo attraverso le cavità nasali sono essenzialmente due: la valvola vestibolare e la valvola dei turbinati. La prima permette di modificare il diametro dell'*isthmus nasi* modulando lievemente la resistenza aerea (8). La seconda, situata all'interno delle cavità nasali, concorre alla determinazione del ciclo nasale.

La presenza e l'inclinazione dei turbinati, le caratteristiche del vestibolo del naso e la posizione delle narici rendono turbolento il flusso dell'aria inspirata, che viene deviata ripetutamente contro le pareti della cavità prima di raggiungere la faringe attraverso le coane (2).

In questo modo si verificano tre importanti cambiamenti dell'aria inspirata: il riscaldamento, la parziale depurazione e l'umidificazione. Il primo è reso possibile dalla ricca vascolarizzazione della lamina propria della mucosa, che presenta plessi venosi in grado di cambiare rapidamente volume in seguito a stimoli di varia natura; in questo modo è possibile per l'organismo adattarsi alle temperature esterne. Questo meccanismo si dimostra estremamente efficiente; l'aria della rino-faringe, infatti, presenta sempre una temperatura molto vicina a quella corporea, qualunque sia la temperatura esterna.

La filtrazione avviene principalmente a due livelli: un grossolano filtraggio a livello del vestibolo grazie all'azione delle vibrisse, e uno successivo, reso possibile dalla presenza di un muco denso prodotto dalle cellule caliciformi e dalle ghiandole presenti nella lamina propria della mucosa respiratoria. Il pulviscolo atmosferico, dopo essere stato fermato e incorporato nel muco, viene eliminato grazie al movimento delle ciglia vibratili verso la faringe o le narici. Inoltre l'aria atmosferica viene umidificata, grazie alla presenza di vapor acqueo nel muco.

Normalmente l'aria inspirata passa prevalentemente attraverso il meato nasale comune, compreso fra i cornetti e il setto, e il meato nasale inferiore. Il flusso di aria è diretto anche nelle regioni superiori delle fosse nasali

solo durante inspirazione forzata (1); in questo modo raggiunge la mucosa olfattiva.

3. Ciclo nasale e frequenza respiratoria

Il ciclo nasale consiste in una continua alternanza nella modificazione del calibro nasale. Il tessuto cavernoso posto in prossimità della valvola dei turbinati presenta fasi alternate di vasocostrizione e vasodilatazione, speculari nelle due cavità nasali, che si alternano con regolarità nello stesso soggetto ma che sono influenzate da vari fattori; tali elementi sono le caratteristiche dell'aria atmosferica, l'umidità, la temperatura, l'esercizio fisico, l'attività muscolare, la postura, l'iperventilazione, la gravidanza e l'assunzione di agenti vasocostrittori (9).

Il tessuto erettile del naso è regolato dal sistema nervoso autonomo; la componente ortosimpatica prevale nella fossa nasale vasocostritta, quella parasimpatica nella fossa vasodilatata (10-12); in questo modo la resistenza globale rimane costante, in quanto l'aumento della resistenza di una fossa nasale è compensato dalla diminuzione di tale valore nella fossa controlaterale.

La durata del ciclo nasale consiste nel tempo compreso fra due successive fasi di vasocostrizione; l'ampiezza presenta una notevole variabilità interindividuale, aumenta nella pubertà e tende a diminuire dopo i 40 anni (4,13).

Anche la frequenza respiratoria, ovvero la misurazione degli atti respiratori in un minuto, è fortemente influenzata dall'età del soggetto. Il valore nell'adulto è compreso fra 12 e 15 atti respiratori/min; nel bambino tale valo-

re è maggiore di 20 e diminuisce con l'aumentare dell'età del soggetto.

4. Semeiotica strumentale nasale e metodiche di indagine della funzionalità respiratoria

La valutazione funzionale delle vie aeree permette di analizzare il tipo di respirazione e di indagare il binomio forma-funzione, fattori che sono strettamente correlati nel soggetto in crescita. La semeiotica strumentale nasale nel suo insieme è basata su un insieme di indagini, tra cui la rino-manometria, l'endoscopia, la rinoscopia, l'olfattometria e le indagini radiografiche.

Dal punto di vista storico, molti degli equivoci riguardo allo studio della funzione respiratoria nascono dal fatto che solo in era recente si è sviluppata la possibilità di indagare la funzione respiratoria attraverso indagini strumentali adeguate.

Fino agli anni Settanta gli strumenti a disposizione del clinico erano quelli di seguito riportati (9).

- La ricerca del riflesso rinale secondo Gudín, che consisteva nel comprimere con pollice e indice le due narici del soggetto fino a farle collassare. Si invitava poi il soggetto a inspirare e contestualmente ad allentare la pressione. Nel respiratore orale le ali del naso sono ipotoniche, non sono in grado di rendere pervio l'*ostium nari* e quindi rimangono collassate, mentre nel respiratore nasale non appena le narici si rendono pervie la respirazione può iniziare.

- Lo specchio di Glatzel, che è stato il primo tentativo di indagine strumentale. Si tratta di uno specchio raffreddato con cerchi



Fig. 1a-c Visione extraorale frontale (a), laterale destra (b) e laterale sinistra (c) a inizio terapia



concentrici che viene posto sotto le narici; si misura il vapore acqueo che si deposita. Tale valutazione è condizionata dalla temperatura ambientale, dal grado di umidità ed è altamente soggettiva, tanto da presentare, sotto questo aspetto, variabili assai rilevanti.

- La prova di Rosenthal, che consisteva nell'invitare il paziente a respirare con il naso chiudendo la bocca e nel monitorizzare, al contempo, la frequenza cardiaca. Nel soggetto respiratore orale si nota un aumento della frequenza cardiaca, fino al momento in cui il soggetto interrompe la prova e deve aprire la bocca.



Fig. 2a-c Visione intraorale frontale (a), laterale destra (b) e laterale sinistra (c) a inizio terapia

- Ricerca della glossoptosi. È utile nei soggetti con alterazioni congenite legate a una micromandibolia. Se si invita il soggetto a chiudere la bocca e a respirare con il naso, ingoia la lingua.

La rinomanometria è un'indagine strumentale che consente di misurare la pressione necessaria a muovere il flusso aereo nelle cavità nasali (14). Valutando la differenza di pressione e la

quantità del flusso siamo in grado di esprimere numericamente il valore della resistenza che il flusso aereo incontra per attraversare le fosse nasali.

Esistono due tipi di rinomanometria: attiva e passiva (9).

La rinomanometria attiva è un esame non invasivo, effettuato sul soggetto sveglio, vigile, che respira spontaneamente.

La rinomanometria passiva, viceversa, viene utilizzata a scopo anestesilogico o durante l'anestesia generale per evidenziare situazioni patologiche di elevata resistenza al flusso aereo.

Entrambe le tipologie di rinomanometria si dividono in anteriore e posteriore.

Per quanto riguarda la rinomanometria anteriore attiva, si applica una maschera sul volto, si tappa una narice, si colloca un sondino di pressione a livello della narice chiusa, e si invita il soggetto a respirare all'interno della maschera a bocca chiusa. Si misura così la quantità di aria che passa, ovvero il volume corrente; si ottiene in questo modo il valore dell'energia necessaria per muovere quel determinato volume di aria. Si ottiene un andamento sinusale a *S* inclinata: quanto più la *S* è orizzontale, tanto minore è il volume e maggiore la pressione necessaria per muoverlo.

Ciò che viene calcolato è la resistenza dell'aria (*R*), come rapporto fra pressione (*Pa*) e flusso (*L/min*), il cui valore fisiologico non supera 0,5 Pa/L/min. La resistenza nasale (*Res*) totale deve essere calcolata attraverso la formula algebrica delle resistenze in parallelo:

$$\text{Res tot} = \frac{\text{Res dx} \times \text{Res sin}}{\text{Res dx} + \text{Res sin}}$$

Le due metodiche si dimostrano complementari e, nell'insieme, permettono di valutare molteplici situazioni cliniche. Infatti non tutti i soggetti, in particolar modo gli adolescenti, sono in grado di rilasciare adeguatamente i muscoli della lingua e del palato per permettere il posizionamento della sonda durante la rinomanometria posteriore attiva (RPA). Viceversa la misurazione monolaterale della pressione nasale, effettuata durante la rinomanometria anteriore attiva (RAA), può in alcuni casi discostarsi dai valori reali.

Il rinomanometro di seconda generazione consente di valutare entrambe le narici contemporaneamente.

Al fine di annullare l'effetto del ciclo nasale, l'esame rinomanometrico viene effettuato prima e dopo il test di vasocostrizione a livello nasale. In questo modo è anche possibile studiare l'even-



Fig. 3 Visione intraorale di profilo: overjet a inizio terapia

tuale ipertrofia dei turbinati, escludendo la componente vasomotoria.

Mannucci et al. (15) hanno eseguito uno studio al fine di valutare quali parametri siano in grado di influenzare le resistenze respiratorie e quali no.

I risultati hanno consentito di affermare che:

- l'età auxologica è inversamente proporzionale alle resistenze respiratorie;
- il tipo di respirazione (orale, nasale o mista) influenza le resistenze respiratorie;
- la dimensione verticale in-



Fig. 4a,b Visione occlusale superiore (a) e inferiore a inizio terapia (b)

fluenza le resistenze respiratorie;

- la previsione di crescita è significativamente correlata alle resistenze respiratorie;
- classe scheletrica, sesso, asimmetria, biotipo non risultano significativi, quindi non influenzano significativamente le resistenze respiratorie.

La rinomanometria ha a tutt'oggi dimostrato di essere uno strumento estremamente valido per la valutazione della funzionalità respiratoria e della pervietà delle cavità nasali (16).

Essa consente anche di valutare l'associazione fra l'alterazione della funzionalità respiratoria e alcuni quadri disgnatici, quali l'ipoplasia trasversa del mascellare superiore (16-21).

L'esame rinomanometrico si dimostra uno strumento insostituibile nel monitoraggio dei pazienti prima e dopo un trattamento chirurgico, quali la *surgical assisted rapid palatal expansion* (SARPE) e la chirurgia ortognatodontica, o un trattamento ortognatodontico, la già citata RPE (22,23).

Tuttavia, a causa dei ritmi circadiani della cavità nasale, questo esame deve essere sempre eseguito alle stesse ore per permettere di confrontare due o più misurazioni fra loro. La standardiz-

zazione della metodica risulta determinante per il confronto dei dati ottenuti.

La spirometria si dimostra estremamente utile, se affiancata all'esame rinomanometrico, nel caso in cui le alterazioni della funzione respiratoria siano legate alle basse vie aeree (24-25).

Oltre all'esame rinomanometrico e spirometrico, la semeiotica strumentale nasale si basa anche sull'endoscopia, sulla rinomanometria, sull'olfattometria e sulle indagini radiografiche. L'endoscopia, tecnica di esame di tipo ottico, è basata sull'utilizzo di endoscopi flessibili o rigidi; questi ultimi possono richiedere anestesia locale e consentono l'eventuale esecuzione di una biopsia.



Fig. 5 Teleradiografia del cranio in proiezione postero-anteriore a inizio terapia



Fig. 6a-c Visione intraorale frontale (a), laterale destra (b) e laterale sinistra (c) alla cementazione dell'espansore



La rinoscopia può essere anteriore o posteriore; la prima indaga i turbinati, i meati e il setto; la seconda la porzione più posteriore della cavità nasale con le coane e la rinofaringe.

L'olfattometria permette una valutazione quali-quantitativa della funzione olfattiva. Le indagini radiografiche comprendono la telerradiografia latero-laterale, postero-anteriore e assiale e la tomografia computerizzata (TC).

5. Respirazione orale

Si definisce respirazione orale quella situazione patologica in cui la corrente aerea in fase inspiratoria percorre principalmente il canale orofaringeo, non quello rinofaringeo. Il ricorso a una respirazione di tipo parzialmente orale è fisiologico solo in alcuni casi, come durante l'esercizio fisico, in cui è utile aumentare la ventilazione a una velocità maggiore di 40 L/min (26, 27).

Il passaggio dalla respirazione nasale a quella orale può causare un'alterazione dello sviluppo delle cavità nasali, delle strutture dento-scheletriche e della postura mandibolare e craniale, con importanti conseguenze funzionali a livello del sistema neuromuscolare e della morfologia cranio-facciale (28-32).

La posizione posturale bassa della lingua, necessaria a permettere il flusso intraorale dell'aria, associata alla maggiore pressione indotta dalle guance a causa dell'aumento della dimensione verticale, può causare un deficit trasverso dell'arcata superiore (27,33).

Anche l'area rinofaringea e la cavità nasale presentano iposviluppo, a causa della ridotta stimolazione propriocettiva; inoltre la posizione della mandibola, leg-

germente abbassata per permettere il flusso dell'aria, causerebbe un aumento della dimensione verticale dovuto all'ipereruzione dei denti posteriori e alla postrotazione mandibolare (27,33).

Nel respiratore orale molto spesso si riscontrano i caratteri propri della *facies adenoidea* (34). A livello scheletrico si nota il viso allungato e stretto, con tendenza al retrognatismo mandibolare e mascellare, all'iperdivergenza, alla diminuzione della dimensione sagittale nasofaringea e all'ipoplasia trasversa del mascellare superiore. A livello dentario vi è la tendenza a sviluppare morso aperto, open bite e, a livello parodontale, manifestazioni infiammatorie. Frequenti sono le occhiaie, l'associazione con quadri di deglutizione atipica e le alterazioni fonetiche (35,36).

Tuttavia molti pazienti, pur presentando tali caratteristiche morfo-strutturali, non sviluppano una respirazione di tipo orale (27). Inoltre, altri autori non evidenziano un legame così chiaro della respirazione orale con lo sviluppo della malocclusione (37).

Non devono essere sottovalutate le conseguenze organismiche della respirazione orale: diminuzione dello sviluppo polmonare, torace stretto, alterazioni della



Fig. 7 Visione intraorale di profilo: overjet alla cementazione dell'espansore

pressione di O₂, del pH ematico, dei pattern ormonali e variazioni a livello gastrico e della respirazione, quale per esempio uno sviluppo meioragico del torace (28). Per valutare la presenza di un quadro di respirazione orale può essere utile, oltre all'indagine rinomanometrica, la ricerca del riflesso rinale di Gudín e del riflesso di Glatzel.

Inoltre, il test di Rosenthal permette la diagnosi differenziale fra veri e falsi respiratori orali; i primi non possono respirare attraverso il naso, i secondi non



Fig. 8 Visione occlusale superiore alla cementazione dell'espansore

presentano nessun impedimento anatomico a una fisiologica respirazione nasale.

La respirazione nasale fisiologica può essere ostacolata da alterazioni a livello rinofaringeo. Il rinofaringe riveste un'importanza nevralgica da un punto di vista non solo anatomico ma anche funzionale; permette infatti il passaggio dell'aria inspirata dalle vie aeree superiori alla laringe. Al suo interno è inoltre presente la tonsilla faringea, presidio immunologico che, insieme alle due tonsille tubariche, alle due tonsille palatine e alla tonsilla linguale, forma l'anello linfatico di Waldeyer.

La tonsilla faringea può andare incontro a ipertrofia e ostacolare una corretta respirazione nasale. Tale tessuto raggiunge il picco tra i 9 e i 15 anni, prima di intraprendere una fase involutiva (28,38). Invece la crescita del rinofaringe termina in profondità al termine del secondo anno, e in altezza e in larghezza alla pubertà. Una disarmonia fra la crescita del rinofaringe e quella della tonsilla faringea può facilitare l'instaurarsi di un quadro di respirazione orale con ripercussioni a livello scheletrico e dentario. Un pattern respiratorio con una com-

ponente orale può infatti essere associato a un'ostruzione parziale delle cavità nasali. Quest'ultima determina un aumento delle resistenze aeree, che implica uno sforzo ancora maggiore per effettuare la respirazione nasale. Se, quando il quadro patologico viene meno, il soggetto continua a respirare con la bocca, questa viene considerata un'abitudine viziata (27).

È necessario conoscere le cause e le conseguenze della "sindrome da ostruzione nasale", che può portare a effetti indesiderati non solo a livello respiratorio, ma anche nell'ambito della fonesi e della postura craniale e mandibolare (28,39).

6. Espansione del palato e funzionalità respiratoria

Fra le varie cause della riduzione delle dimensioni trasversali delle cavità nasali particolare attenzione merita l'ipoplasia trasversa dell'arcata mascellare, in grado di favorire l'instaurarsi di un quadro patologico di respirazione orale (17).

La RPE non agisce solo a livello ortopedico, correggendo difetti ossei e dentali, ma è anche in grado di facilitare l'instaurarsi di un pattern fisiologico di respirazione nasale, diminuendo le resistenze delle vie aeree nasali (40-44).

Questa diminuzione è determi-



Fig. 9a-c Visione intraorale frontale (a), laterale destra (b) e laterale sinistra (c) al termine dell'espansione rapida del palato





Fig. 10a-c Visione extraorale frontale (a), laterale destra (b) e laterale sinistra (c) dopo un mese dal termine dell'espansione

nante, in quanto la respirazione nasale implica uno sforzo maggiore rispetto a quella orale; è quindi possibile in presenza di resistenze aeree ridotte (27).

Vari studi hanno approfondito l'effetto della RPE a livello delle cavità nasali, valutandone gli aspetti respiratori.

In base a uno studio di Chung (45), l'associazione di RPE e *chin cup* rappresenterebbe il fattore in grado di ottimizzare il pattern fisiologico di respirazione nasale. Anche la SARPE determina significativi miglioramenti a livello respiratorio (22). Inoltre, il passaggio a un pattern

respiratorio nasale indotto dalla RPE potrebbe favorire una riduzione dei microrganismi patogeni aerobi e anaerobi facoltativi a

livello dell'orofaringe, diminuendo il rischio di infezioni (46). La RPE può anche prevenire le modificazioni indotte nel distretto



Fig. 11a-c Visione intraorale frontale (a), laterale destra (b) e laterale sinistra (c) dopo un mese dal termine dell'espansione



maxillo-facciale da alterazioni del pattern respiratorio (47).

L'aumento delle dimensioni delle vie aeree e la conseguente diminuzione dell'angolo cranio-cervicale possono determinare un'alterazione della postura cervicale (48).

L'ottimizzazione della funzione respiratoria si ripercuote positivamente sul modello di crescita cranio-facciale (41,49,50). Si verifica una dislocazione in basso e in avanti del distretto nasomascellare che porta a un aumento del volume delle vie aeree. Secondo gli studi di Kiling et al. (51), si verifica un aumento di volume sia a livello nasofaringeo che orofaringeo. L'apertura piriforme aumenta di circa 2 mm e anche il setto aumenta la sua lunghezza. Inoltre, si verifica un allargamento del meato medio dovuto a un'inclinazione delle pareti laterali delle fosse nasali.

La RPE si dimostra quindi una metodica semplice e affidabile per correggere l'ipoplasia trasversale del mascellare superiore; inoltre può facilitare l'instaurarsi di una corretta respirazione nasale (52, 53). Alcuni autori sottolineano tuttavia che non sempre è in grado di indurre una dimi-

nuzione delle resistenze aeree nasali (54).

Conseguentemente, la sola finalità di miglioramento della respirazione non può essere considerata sufficiente per ricorrere a questa metodica ortopedica (55). Essa può anche essere affiancata da una terapia miofunzionale per educare il sistema neuromuscolare e trasferire a livello inconscio i meccanismi appresi (36).

7. Caso clinico

La paziente, di anni 7, si presenta all'osservazione con un'ipoplasia trasversale del mascellare superiore, come si evidenzia agli esami clinico e radiografico (figg. 1-15).

In fase diagnostica viene effettuato un esame rinomanometrico con RAA, utilizzando un rinomanometro Markos Nr 4, tarato in cm^3/sec per i flussi e in Pa per i gradienti di pressione, allo scopo di valutare i flussi aerei e il gradiente tra le pressioni anteriori e posteriori, mediante una misurazione solo per via nasale. Le misurazioni hanno riguardato una narice per volta e quella non indagata è stata esclusa tramite un cerotto, contenente un



Fig. 12 Visione intraorale di profilo: overjet alla cementazione dell'espansore

tubicino che trasmette la pressione presente in questo punto, cioè la nasale posteriore. La paziente è stata invitata a respirare a bocca chiusa attraverso una maschera.

Dall'esame eseguito era possibile evidenziare una resistenza nasale di 1,12, significativamente aumentata rispetto a soggetti non respiratori orali, essendo noto che la resistenza monolaterale media dei respiratori nasali è uguale a $0,7 \pm 0,3$ (56).



Fig. 13 Visione occlusale superiore dopo un mese dal termine dell'espansione



Fig. 14 Visione occlusale inferiore dopo un mese dal termine dell'espansione



Fig. 15 Teleradiografia del cranio in proiezione postero-anteriore dopo un mese dal termine dell'espansione

La paziente è stata trattata con disgiuntore rapido del palato tipo Hyrax al fine di risolvere l'ipoplasia trasversa del mascellare superiore, con un protocollo di attivazione consistente in 2 rotazioni giornaliere (rispettivamente una al mattino e una alla sera) per 15 giorni.

L'espansore è stato poi trattenuto in situ per 6 mesi per stabilizzare il risultato ottenuto.

Alla rimozione dell'espansore si è ripetuto l'esame rinomanometrico, che ha evidenziato una netta riduzione delle resistenze nasali (*tabella D*).

I dati rinomanometrici ottenuti dall'esame della paziente sono in accordo con quelli di uno studio eseguito da Gianni et al. (55) su 24 bambini di età com-

presa tra i 7 e i 18 anni, dove si è evidenziata una netta diminuzione delle resistenze nasali dopo l'espansione.

8. Discussione

Lo scopo della RPE non è limitato al ripristino di un quadro eugnativo, ma si estrinseca anche nel ripristino delle multifunzioni stomatognatiche, tra cui la respirazione. In particolare modo la RPE determina un miglioramento significativo della funzionalità respiratoria nasale nei soggetti respiratori orali e consente in una percentuale significativa di pazienti di normalizzare i valori della resistenza nasale.

Gli esami elettromiografico e chinesigrafico, se affiancati alla rinomanometria, permettono di studiare la cinematica mandibolare e l'equilibrio neuromuscolare, fornendo una valutazione complessiva delle multifunzioni stomatognatiche.

Dalla valutazione del caso clinico presentato è possibile trarre significative valutazioni sull'importanza di una diagnosi precoce e corretta e sul monitoraggio del trattamento ortognatodontico.

In particolare modo, l'esame RAA, condotto insieme ai test di vaso-costrizione e spirometrico, si conferma di estrema utilità nei casi disgnatici associati ad alterazioni della funzionalità respiratoria; sarebbe perciò consigliabile

e eseguire tali esami routinariamente in ortognatodonzia.

9. Conclusioni

La respirazione rientra tra le multifunzioni dell'apparato stomatognatico. Soltanto quando questo è strutturato con proporzioni corrette e armoniche è possibile ottenere una funzionalità respiratoria ottimale.

In particolare, alterazioni a livello del mascellare superiore possono grandemente inficiare le possibilità dell'organismo, con ripercussioni non solo locali ma anche sistemiche.

Tramite l'analisi condotta in questo studio è stato possibile sottolineare tali implicazioni, evidenziando il rapporto biunivoco fra le modificazioni indotte da un'alterazione del pattern respiratorio a livello dell'anatomia e della postura craniale e l'effetto risolutivo di trattamenti correttivi della problematica respiratoria, ortopedici e ortognatodontici.

La funzionalità respiratoria è facilmente indagabile tramite metodiche sperimentali altamente predicibili; pertanto la sua misurazione è da considerare, insieme ad altri valori funzionali, un parametro di estrema importanza per la valutazione della salute dell'intero apparato stomatognatico.

Si può quindi concludere che l'esame rinomanometrico può essere un utile ausilio alla diagnosi e al follow-up, soprattutto in quei pazienti che presentano alterazioni del diametro trasverso del mascellare superiore.

Conflitto di interessi

Gli autori dichiarano di non avere nessun conflitto di interessi.

Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver

Tabella I Confronto dei dati rinomanometrici in fase diagnostica e alla rimozione dell'espansore

	Età	Sesso	Resistenza narice dx	Resistenza narice sin	Resistenza totale
Prima dell'espansione	7	F	2,30	2,20	1,12
Dopo l'espansione	7	F	0,55	0,30	0,19

ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

Bibliografia

- DuBrul L. Anatomia orale di Sicher. Milano: Edi Ermes, 1988.
- Bairati A. Trattato di anatomia umana. Torino: Minerva medica, 1974.
- Guyton & Hall. Fisiologia medica. 2a ed. Napoli: Edises, 1999.
- Maspero C, Giannini L, Riva R, Tavecchia G, Farronato G. Valutazione del ciclo nasale in dieci giovani soggetti. *Indagine Rinomanometrica. Mondo ortod* 2009;34(5):263-68.
- Bridger GP. Physiology of the nasal valve. *Arch Otolaryngol* 1970;92(6):543-53.
- Bachmann W, Legler U. Studies on the structure and function of the anterior section of the nose by means of luminal impressions. *Acta Otolaryngol* 1972;73(5):433-42.
- Landry. Anatomical notes on the nasal erectile zones. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1958;75(9):621-4.
- Amabile G, Pignataro O, Cazzavillan A, Oldini C, Sambatano G, Silva U. La Rinomanometria. *Oto-Rhino-Laring* 1984;34:555.
- Farronato GP, Mannucci MC, Gioia E, Arnelli M. Valutazione rinomanometrica del ciclo nasale in 14 soggetti. *Odontoiatria oggi* 1988;V:1.
- Stoksted P. Measurements of resistance in the nose during respiration at rest. *Acta Otolaryngol Suppl* 1953;109(43):143-58.
- Stoksted P. Rhinometric measurements for determination of the nasal cycle. *Acta Otolaryngol Suppl* 1953;109(43):159-75.
- Principato JJ, Ozenberger JM. Cyclical changes in nasal resistance. *Arch Otolaryngol* 1970;91(1):71-7.
- Keuning J. On the nasal cycle. *Int Rhinology* 1968;6:99-136.
- Caruso S, Grillo C, Agnello C, Maiolino L, Intelisano G, Serra A. A prospective study evidencing rhinomanometric and olfactometric outcomes in women taking oral contraceptives. *Hum Reprod* 2001;16(11):2288-94.
- Mannucci MC, Farronato GP, Bruno E. Metodologia rinomanometrica in ortognatodonzia. XXI Congresso Nazionale della Società Italiana di Odontostomatologia e Chirurgia Maxillo-Facciale. Firenze, 19-21 novembre 1987.
- McDonald JP. Airway problems in children – can the orthodontist help? *Ann Acad Med Singapore* 1995; 24(1):158-62.
- Berretin-Felix G, Yamashita RP, Filho HN, Gonales ES, Trindade AS Jr, Trindade IE. Short- and long-term effect of surgically assisted maxillary expansion on nasal airway size. *J Craniofac Surg* 2006;17(6):1045-9.
- Baraldi CE, Pretto SM, Puricelli E. Evaluation of surgically assisted maxillary expansion using acoustic rhinometry and postero-anterior cephalometry. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36(4):305-9.
- Gianni E, Salvato A, Farronato GP, Rusca M. Valutazione rinomanometrica e significato diagnostico terapeutico ortognatodontico. Parte I. *Mondo Ortod* 1987;12(4):39-44.
- Gianni E, Salvato A, Farronato GP, Mannucci C. Valutazione rinomanometrica e significato diagnostico terapeutico ortognatodontico. Parte II. *Mondo Ortod* 1987;12(5):33-47.
- Gianni E, Farronato GP, Mannucci MC, Vago M. Funzionalità respiratoria e metodica rinomanometrica. *Odontoiatria Oggi* 1987;3:179-85.
- Timms DJ. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Br J Orthod* 1986;13(4):221-8.
- Gianni E, Farronato GP, Gianni AB, Calderini A. Rinomanometria e chirurgia ortognatodontica: risultati sperimentali. *Ortognatodonzia italiana* 1992;4(1):495-8.
- 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.
- Gianni E, Salvato A, Farronato GP, Mannucci C, Ghirardi F. Indagine spirometrica computerizzata dopo disgiunzione rapida del palato. I Parte. *Odontoiatria Oggi* 1984;2:109.
- Niinimaa V, Cole P, Mintz S, Shephard RJ. Oronasal distribution of respiratory airflow. *Respir Physiol* 1981;43(1):69-75.
- Proffit W. Ortodonzia moderna. 2a ed. Milano: Elsevier Masson, 2001.
- Gianni E. La nuova ortognatodonzia. Padova: Piccin, 1980.
- Paul JL, Nanda RS. Effect of mouth breathing on dental occlusion. *Angle Orthod* 1973;43(2):201-6.
- Cozza P, Pachi F, Mucedero M, Macchiarlo E. La terapia precoce del deficit di tipo trasversale. *Mondo Ortod* 2003;4:289-300.
- Cozza P, Colagrossi S, Siciliani G. Il bambino respiratore orale e lo sviluppo cranio-facciale. Parte I e II. *Dental Cadmos* 1991;(59)15-6:15-29,13-30.
- O'Ryan FS, Gallagher DM, LaBanc JP, Epker BN. The relation between nasorespiratory function and dentofacial morphology: a review. *Am J Orthod* 1982;82(5):403-10.
- Stojanovi L. Etiological aspects of anterior open bite. *Med Pregl* 2007;60(3-4):151-5.
- Woodside DG, Linder-Aronson S, Lundstrom A, McWilliam J. Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100(1):1-18.
- Sfondrini G, Giorgetti R, Caprioglio D, Laino A. *Odontoiatria per il pediatra*. Pisa: Pacini, 2008.
- Cozza P, Polimeni A, De Toffol L. *Manuale di terapia miofunzionale*. Milano: Elsevier Masson, 2002.
- Vig KW. Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(6):603-11.
- Harris JA, Jackson CM, Paterson DG, Scammon RE (Eds). *Measurement of Man*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1930.
- Ricketts RM. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod* 1968;54(7):495-507.
- Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976;69(3):274-84.
- Santoro F, Salvato A, Farronato GP, Loiaconi G. Disgiunzione rapida del palato. III Parte: ripercussioni sul setto nasale. *Mondo Ortod* 1984;8:35-43.
- Cozza P, De Toffol L, Mucedero M, Ballanti F. Use of a modified butterfly expander to increase anterior arch length. *J Clin Orthod* 2003;37(9):490-5.
- Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr. Long-term effects of rapid maxillary expansion: a posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121(2):129-35.
- Wendling LK, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. *Angle Orthod* 2005;75(1):7-14.
- Chung JC. Redirecting the growth pattern with rapid maxillary expander and chin cup treatment: changing breathing pattern from oral to nasal. *World J Orthod* 2006;7(3):236-53.
- Cazzolla AP, Campisi G, Lacaia GM, et al. Changes in pharyngeal aerobic

- microflora in oral breathers after palatal rapid expansion. *BMC Oral Health* 2006;6:2.
47. Vesse M. Respiration in orthodontic practice. *Orthod Fr* 2005;76(1):67-83.
 48. Tecco S, Caputi S, Festa F. Evaluation of cervical posture following palatal expansion: a 12-month follow-up controlled study. *Eur J Orthod* 2007;29(1):45-51.
 49. Farronato GP, Calderini A, Mannucci C, Gianni AB. Spirometria e test impedenzometrico nella valutazione diagnostica-terapeutica ortognatodontica. *Odontoiatria Oggi* 1988;2(5):131-4.
 50. Gianni E, Farronato GP, Mannucci MC. Disgiunzione rapida del palato: indagine rinomanometrica. Parte IV. *Mondo Ortod* 1987;12(6):107-16.
 51. Kiliç AS, Arslan SG, Kama JD, Ozer T, Dari O. Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in Class III malocclusion subjects. *Eur J Orthod* 2008;30(1):61-6.
 52. Oliveira De Felipe NL, Da Silveira AC, Viana G et al. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short- and long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(3):370-82.
 53. Maspero C, Giannini L, Damiano C, Farronato G. Benefici della disgiunzione rapida del palato sulla funzione respiratoria. *Indagine rinomanometrica. Ortodonzia Clinica* 2009;1:55-7.
 54. Kiliç N, Oktay H. Effects of rapid maxillary expansion on nasal breathing and some naso-respiratory and breathing problems in growing children: a literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008;72(11):1595-601.
 55. Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91(2):111-6.
 56. Gianni R, Farronato GP, Rusca M, Mannucci MC. Gestione computerizzata del servizio di rinomanometria. *Mondo Ortod* 1987;12(6):13-8.

*Pervenuto in redazione
nel mese di maggio 2009*

Giampietro Farronato
Scuola di Specialità in Ortognatodonzia
Università degli Studi di Milano
via della Commenda 10
20122 Milano
giampietro.farronato@unimi.it