



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Interfacoltà di Medicina e Odontoiatria e Medicina e Farmacia  
Corso di Laurea in Logopedia sede di Ariccia ASL RM6  
Pres. Prof. Marco de Vincentiis  
Coord. Dott.ssa Log. Anna Pierro

**L'EFFICACIA DELLA RIABILITAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ  
NASALE NEL TRATTAMENTO DEI DISTURBI VOCALI**

Relatrice  
Dott.ssa Log. Alessandra Banzato  
Stellacci

Candidata  
Maria Annunziata

Correlatrice  
Dott.ssa Log. Maria Pia Milani

A.A 2015/2016

Ricordatevi di respirare.  
Dopo tutto, è il segreto della vita.  
(Gregory Maguire)

## INDICE

INTRODUZIONE	1
<b>CAPITOLO 1</b>	<b>L'IMPORTANZA DEL NASO</b>
1.1- Perché bisogna respirare con il naso	4
1.2-Ruolo centrale della respirazione nasale nelle culture orientali	6
<b>CAPITOLO 2</b>	<b>ANATOMIA E FISIOLOGIA DELL'ORGANO VOCALE E DEL NASO</b>
2.1-Anatomia e fisiologia delle corde vocali	8
2.1.1- Architettura della mucosa della corda vocale	10
2.1.2- Struttura della barriera epiteliale delle CCVV	11
2.1.3- Barriera di muco delle Corde Vocali	14
2.1.4- Meccanismi di idratazione della superficie delle corde vocali	16
2.2-Anatomia e fisiologia del naso	18
2.2.1-Meccanica respiratoria delle fosse nasali	21
2.2.2-Epitelio del naso e Clearance Mucociliare	23
2.2.3-Modello Gel on Brush	24
2.2.4-Ruolo funzionale del ciclo nasale	26
2.2.5-Funzione di riscaldamento dell'aria	27
2.2.6-Come l'aria si trasforma in acqua	28
2.2.7-Come l'acqua passa nei tessuti: Funzione e lavoro delle Acquaporine	29
2.2.8-Funzione di filtro dell'aria	29
<b>CAPITOLO 3</b>	<b>CAUSE E CONSEGUENZE DI UN'INADEGUATA FUNZIONALITA' NASALE</b>
3.1-Cause di ostruzione nasale	30
3.1.1-Deviazione setto nasale	33
3.1.2-Riniti	34

3.1.3-Sinusiti	35
3.1.4-Ipertrofia delle adenoidi	35
3.2.5-Le poliposi nasali	36
3.2- Conseguenze di un'inadeguata funzionalità nasale, con prevalente respirazione orale	37
3.2.1-Squilibrio muscolare-orofacciale (SMOF)	38
3.2.2-Problematiche posturali	39
3.2.3-Disfunzione tubarica e otiti	41
3.2.4-OSAS (Obstructive Sleep Apnea Syndrome)	42
3.2.5-Deficit di apprendimento	43

#### CAPITOLO 4 CORRELAZIONE TRA RESPIRAZIONE NASALE E VOCE: INTERVENTI CLINICI PER MIGLIORARE LA PERVIETA' NASALE E L'IDRATAZIONE CORDALE

4.1-Lavaggi nasali e tecniche inalatorie	44
4.1.1-Inalazione	44
4.1.2-Tecniche Inalatorie	44
4.1.3-Lavaggi nasali e loro effetti	47
4.1.4-Distribuzione di una soluzione polverizzata all'interno del naso	48
4.2 -Idratare e lubrificare per aumentare le prestazioni della voce	50
4.2.1-Effetti di stimoli e trattamenti di idratazione sulla funzione delle corde vocali	51
4.2.2-Importanza dell'idratazione nella prevenzione e nei trattamenti dei problemi di voce	54
4.2.3-Idratazione delle CCVV attraverso il naso	55

#### CAPITOLO 5 INTERVENTO LOGOPEDICO SUI PAZIENTI CON RESPIRAZIONE ORALE: RIABILITARE LA FUNZIONALITÀ NASALE

5.1- Attivazione del diaframma per una dinamica respiratoria efficiente	57
5.1.1- Biomeccanica della respirazione	57
5.1.2- Valutazione dello stile respiratorio	59

5.1.3- Rieducazione della funzionalità del diaframma	60
5.2- Riabilitare la respirazione nasale	62
5.2.1-Esercizi respiratori nasali	62
5.2.2-Approccio miofunzionale per sviluppare tonicità muscolare facciale	64
5.3- La postura e la voce	67
5.3.1-Intervento sulla postura: la presa dello spazio e la verticalità	68
5.4- Consigli di Igiene vocale	70
5.4.1-Ambiente	70
5.4.2-Stile comunicativo	71
5.4.3-Stile di vita	71
5.4.4-Condizioni generali di salute	72
5.4.5-Utilizzo di farmaci	73
<b>CAPITOLO 6 SEZIONE SPERIMENTALE: PROTOCOLLO DI LAVAGGI NASALI SU PAZIENTI CON DEFICIT DI RESPIRAZIONE NASALE E PROBLEMATICHE VOCALI</b>	
6.1-Obiettivi dello studio	74
6.2-Campione di pazienti preso in esame	74
6.3-Materiali e Metodi	75
6.4-Analisi dei risultati	81
6.5-Valutazioni quali-quantitative del protocollo di lavaggi nasali	94
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>96</b>
<b>ALLEGATI</b>	
Allegato 1: Protocollo lavaggi nasali	97

Allegato 2: Voiss	98
Allegato 3: Questionario misurazione efficienza respirazione nasale	100
Allegato 4: Questionario sulla consapevolezza del respiro e dei disturbi correlati alla disfonia	101
BIBLIOGRAFIA	102
SITOGRAFIA	104
RINGRAZIAMENTI	105

## INTRODUZIONE

I più recenti studi sulla voce affermano che la visco-elasticità delle Corde Vocali (CCVV) sia uno degli elementi preponderanti per una funzionalità vocale ottimale.

Il mantenimento delle proprietà biomeccaniche delle CCVV e la necessità che queste caratteristiche intrinseche siano ripristinate in caso di danno, sono obiettivi protagonisti della pratica clinica e di procedure d'igiene vocale quotidiane.

Nasce spontaneo chiedersi come si possa preservare suddette caratteristiche e come intervenire nei casi in cui queste vengano meno o siano in parte danneggiate. E' l'omeostasi, ovvero la capacità dell'organo fonatorio di mantenere l'equilibrio bio-chimico-fisico delle sue componenti tissutali, a garantire una funzionalità vocale ottimale e a permettere un'adeguata reattività agli insulti dell'ambiente esterno e/o interno.

Il mantenimento e ripristino di questo equilibrio è possibile grazie a meccanismi interni, che saranno successivamente descritti, ma anche attraverso protocolli clinici che permettano una maggiore idratazione tissutale e quindi una funzionalità vocale il più ideale possibile.

Attualmente si ritiene che le modalità migliori per favorire questi obiettivi siano sia l'ingestione di acqua, volta per lo più sia a garantire un'idratazione sistemica, sia procedure più specificatamente dirette alle corde vocali: il passaggio di acqua o meglio di aria umida attraverso il naso.

Il naso è l'organo predisposto al senso dell'olfatto, ma è in grado anche di compiere e organizzare processi fondamentali per l'omeostasi generale di un organismo. La sua anatomia e fisiologia verranno più nello specifico analizzate, descrivendo le sue funzionalità e le conseguenze che una corretta respirazione nasale riesca ad apportare a un individuo.

Sulla base di tali presupposti, in questo progetto, si è cercato di sottolineare l'importanza di una fisiologica e corretta respirazione nasale e delle sue conseguenze, soprattutto in ambito vocale. Con il fine di applicare le conoscenze teoriche alla pratica clinica, si è scelto un campione di undici pazienti, che presentano difficoltà nella respirazione nasale, chiedendo loro di sottoporsi a un protocollo comprendente un ciclo di una mensilità di lavaggi del naso stesso, seguiti da quotidiani esercizi e stimolazioni dei muscoli che rivestono le cartilagini alari, con lo scopo di aumentarne la tonicità.

A questo campione di pazienti è stato chiesto di rispondere, prima dell'inizio del ciclo di lavaggi e anche dopo averlo terminato, a dei questionari riportanti domande specifiche sia sulla condizione della loro voce, che sull'adeguata funzionalità nasale. Inoltre, è stato raccolto un campione di voce utilizzando il software PRAAT per misurare oggettivamente i parametri vocali prima e dopo la somministrazione del protocollo di lavaggi nasali.

Il presente lavoro è suddiviso in una prima parte in cui si pone l'accento sull'importanza che una corretta respirazione nasale riveste per la salute dell'organismo, quali siano le funzioni specifiche del naso e quali altre vengano elicitate da questo tipo di respirazione. Nel secondo capitolo è descritta l'anatomia e la fisiologia dell'organo nasale e delle corde vocali, con particolare focus sull'epitelio che li contraddistingue e sulle sue caratteristiche

funzionali.

Il terzo capitolo comprende le eventuali cause che impediscono una corretta respirazione nasale e le dirette conseguenze che questo apporta in relazione allo squilibrio muscolare oro-facciale, la postura generale del corpo, correlazioni con otiti e disfunzioni tubariche, problematiche di apnee notturne e deficit di apprendimento.

Vi è poi una sezione dedicata alla correlazione tra respirazione nasale e voce, in cui vengono spiegate le diverse metodiche per lavare e liberare il naso e apportare idratazione alle Corde Vocali; sono citati diversi studi che affermano che una respirazione di tipo orale sia dannosa per la fisiologia delle CCVV.

E' presente anche una sezione dedicata all'intervento logopedico da attuare nei casi di pazienti con ostruzione nasale e respirazione principalmente per via orale. Questo capitolo, il quinto, comprende la descrizione di un intervento logopedico olistico che ha come obiettivo il ripristino di una corretta attivazione del muscolo diaframma, di una respirazione attraverso le narici, un potenziamento dei muscoli del distretto bucco-facciale (frequentemente squilibrati a causa di una respirazione orale), un ritrovamento di una postura adeguata alla fonazione e consigli d'igiene vocale.

Infine, nell'ultima parte si spiegherà il protocollo di lavaggi nasali a cui sono stati sottoposti gli undici pazienti che hanno aderito al progetto, i risultati e le conclusioni a cui si è giunti. In quest'ultimo capitolo si parlerà di un protocollo di lavaggi nasali differente da altri che sono adottati più comunemente.

Nello specifico, ho scoperto e imparato questa metodologia durante un periodo di studi in Spagna, presso il Centro di Logopedia e Foniatria del Dottor Alfonso Borrigan Torres. In questo centro, tale tipologia di lavaggi nasali è consigliata alle persone con deficit di respirazione e problematiche vocali, soprattutto ai bambini.

Ho potuto osservare con i miei occhi i risultati positivi sia in termini soggettivi come una percezione di respirazione facilitata da parte del paziente, sia in termini oggettivi come una diminuzione sensibile dell'infiammazione del tessuto nasale e adenoideo.

Io stessa ho sperimentato questi lavaggi nasali poiché, se pur ritengo di riuscire a respirare mediamente bene con il naso, all'esame strumentale sono ancora presenti quelli che vengono definiti residui adenoidei.

Personalmente, per questione di tempistiche, ho utilizzato questo protocollo per 15 giorni, sottoponendomi a una fibroscopia nasale e stroboscopia laringea sia prima di iniziare sia una volta terminato; i risultati sono stati relazionati a una diminuzione del trofismo dei residui adenoidei e una maggiore idratazione cordale.

Dopo essermi sottoposta a questa tecnica di lavaggi, sono rimasta piacevolmente sorpresa dai risultati ottenuti soprattutto in termini soggettivi; infatti era scomparsa quella sensazione di muco posteriore che non riuscivo ad espellere esternamente e che mi creava una percezione di "blocco" in gola.

Da queste mie personali considerazioni, ho pensato potesse essere interessante proporre tale protocollo anche qui in Italia e osservare che effetti sortisse sia in adulti che in bambini con deficit di respirazione orale e problemi vocali.

Così, si è deciso di selezionare un campione di pazienti cui chiedere di partecipare al progetto. Durante la mensilità, scelta come periodo di prova, i pazienti si sono impegnati a osservare il protocollo dei lavaggi e a seguire la terapia logopedica.



L'obiettivo di questo lavoro è quello di aumentare la consapevolezza del ruolo fondamentale che la respirazione nasale riveste per l'intero organismo, contribuendo a garantire il mantenimento dell'omeostasi generale.

Inoltre è stato sottolineato lo stretto rapporto di correlazione tra buona ed efficiente respirazione attraverso il naso e le qualità vocali, e di come questo sia la fonte principale di umidità e d'idratazione delle CCVV.

E' stata proposta una tecnica differente di lavaggi nasali, per osservare quali benefici apportasse e se fosse maggiormente risolutiva rispetto ad altre modalità.

## CAPITOLO 1

### L'IMPORTANZA DI UN'ADEGUATA FUNZIONALITÀ NASALE

#### 1.1 Perché è importante respirare con il naso

Respirare è l'atto più naturale al mondo e molte volte non si considera che il modo anomalo di respirare spesso sia la causa, non la conseguenza, del cattivo stato di salute. Molte persone pensano che la respirazione orale sia migliore ritenendo, erroneamente, che in questo modo possa entrare più aria; allo stesso modo credono che l'espansione toracica sia sinonimo di maggiore inalazione d'aria e quindi maggiore ossigenazione.

In realtà l'aria deve passare dal naso per avere le caratteristiche necessarie a garantire l'omeostasi dell'organismo.

Il naso è la sede del senso dell'olfatto e ha la capacità di filtrare, umidificare e riscaldare l'aria.

La *filtrazione* aerea è possibile grazie alla cospicua presenza di peli all'interno delle narici; questi riescono a intrappolare le particelle esterne, possibilmente nocive all'organismo e ad attivarne un'espulsione attiva tramite l'elicitazione dello starnuto. Inoltre, le zone più interne del naso sono ricoperte da una mucosa che presenta cellule ciliate. Queste cellule contribuiscono a bloccare particelle e inquinanti più piccoli, che sono riusciti a passare e a spostarli, tramite il loro movimento, verso il rinofaringe; in questo modo verranno direzionati verso le vie digestive per essere eliminati.

Il processo di *riscaldamento* è possibile grazie al plesso sanguigno presente nelle cavità nasali che rilascia calore al passaggio dell'aria.

L'*umidificazione* avviene tramite l'evaporazione di acqua dalla mucosa epiteliale nasale.

Inoltre la respirazione nasale consente all'aria, che vi passa attraverso, che venga miscelata con un'importante molecola prodotta all'interno dei seni paranasali: l'*ossido nitrico* (NO). E' stato rilevato che la respirazione attraverso il naso comporti un aumento della produzione di NO. Questa è un'importante molecola implicata in molti processi fisiologici dell'organismo: effetti anti-aggreganti, anti-infiammatori e anti-ipertensivi sul flusso sanguigno, controllo dell'apprendimento e della memoria a livello cerebrale, modulazione delle secrezioni e della motilità a livello gastrointestinale, e modulazione del tono della muscolatura liscia bronchiale a livello respiratorio. Non è stato dimostrato che questa molecola venga prodotta durante la respirazione orale.

Vi sono però anche altri processi che vengono elicitati da una respirazione di questo tipo:

(1)

- Una conduzione dell'ossigeno più efficiente nei lobi inferiori dei polmoni, invece di occupare quelli superiori come accade nella respirazione orale. Con la respirazione nasale tutti e cinque i lobi polmonari sono utilizzati per la respirazione. I lobi inferiori dei polmoni presentano più recettori parasimpatici, mentre quelli superiori presentano più recettori simpatici (*fight or flight*).
- Capacità di rimuovere dal corpo più CO<sub>2</sub>, poiché i lobi inferiori sono anche più ricchi di sangue, per effetto della gravità. La respirazione nasale massimizza questo processo.
- L'arrivo dell'aria fino ai lobi inferiori massaggia e stimola l'esercizio del diaframma che si trova alla base dei polmoni stessi, rendendo possibile una più efficiente respirazione profonda nelle situazioni di esercizio fisico come una lunga corsa.
- Stimolare il diaframma a contrarsi e rilassarsi comporta un massaggio sullo stomaco, situato al di sotto di questo, permettendogli una funzionalità più efficiente che può aiutare ad evitare problemi dell'apparato digerente (GERD e ernia iatale).
- La respirazione nasale elicitava l'intera gabbia toracica ad attivarsi in questo processo, consentendo alle 12 costole di attuare un movimento a leva che permette un massaggio di cuore e polmoni, invece di rimanere bloccate come una gabbia che costringe questi organi per circa 26.000 respiri giornalieri.
- La respirazione nasale e l'attivazione dell'intera gabbia toracica si comportano come una pompa che spinge il liquido linfatico dai distretti inferiori a quelli superiori, supportando il sano e attivo flusso della linfa.
- Vi è una diminuzione della frequenza cardiaca durante la respirazione nasale
- La respirazione nasale aumenta l'attività delle onde alfa del cervello, tipo di onde prodotto durante il rilassamento o gli stati di meditazione. Al contrario, la respirazione orale favorisce un significativo aumento delle onde beta che sono associate a risposta di stress.
- Respirando con il naso vi è un'attivazione del nervo vago che stimola una risposta nervosa di riposo, digestione e di rilassamento (*destress*)<sup>(2)</sup>. Inoltre il nervo vago è

---

<sup>1</sup> Douillard, J. "Body Mind and Sport". Three Rivers Press. New York

<sup>2</sup> Physical activity and psychic stress/strain. A. J. Barry

la principale via utilizzata dall'asse intestino-cervello che connette il microbiota intestinale al cervello, l'umore e la funzione cognitiva<sup>(3)</sup>.

La modalità di presa aerea con il naso comporta che il corpo respiri più profondamente. Ciò attiva il sistema nervoso parasimpatico in modo naturale, mentre la respirazione più superficiale di tipo orale che utilizza solo la parte superiore del torace attiva la risposta di "attacco o fuga" (*fight or flight*).

## 1.2 Ruolo centrale della respirazione nasale nelle culture orientali

La cultura millenaria indiana ritiene che tutta la vita materiale sia emanazione di una forza vitale chiamata in sanscrito *prana*. Lo stesso concetto è definito in medicina cinese come il *Qi*, mentre in fisica occidentale moderna si utilizza il termine *etere*.

Secondo i grandi yogi indiani il *prana* guida i processi di crescita e sviluppo dell'individuo e risulta essere alla base dei fenomeni di guarigione.

Il *prana* permea l'intero universo, e gli organismi si nutrono di questo stesso attraverso i cibi, ma soprattutto attraverso l'aria che respirano (assorbimento che avviene sia attraverso i polmoni sia attraverso la pelle).

Lo stesso termine *prana* presenta la radice *an*, da cui deriva anche il termine "anima", che significa respirare. Secondo la medicina tradizionale indiana (ayurveda) le narici e i seni paranasali sono il fulcro e luogo principale dell'assorbimento del *prana* dell'aria poiché da qui il flusso viene direzionato direttamente al Sistema Nervoso Centrale, grazie al collegamento anatomico diretto del bulbo olfattivo con la corteccia cerebrale. Di conseguenza, qualora le narici o i seni paranasali siano ostruiti, ci sarà un impedimento all'assorbimento dell'energia vitale.

Si spiega così perché, per queste culture, la respirazione orale apporti stanchezza, affaticamento e una generale riduzione delle capacità cognitive; infatti, nella cavità orale non vi è un collegamento diretto al SNC per il quale il *prana* possa passare, provocando in questo modo una privazione cerebrale dell'energia vitale. Inoltre, la respirazione orale provoca un aumento dell'accumulo di muco soprattutto a livello del capo, specificamente nell'orecchio, naso, gola e bocca.

Sempre secondo la tradizione ayurvedica indiana vi sono delle vie di scorrimento del *prana* e, tra le più importanti, se ne trovano due strettamente inerenti al naso: *Ida* e *Pingala*.

*Ida* a sinistra e *Pingala* a destra collegano gli organi genitali alle narici rispettivamente di sinistra e destra, passando lateralmente alla colonna vertebrale. Rivestono un ruolo importante nella pratica del *pranayama*, disciplina indiana del respiro energetico e terapeutico, poiché controllano i principali siti di entrata del *prana* nel corpo umano.

---

<sup>3</sup> "Heart rate variability biofeedback: how and why does it work?" Paul M. Lehrer, Richard Gevirtz

Anche nella Medicina Cinese il concetto di energia vitale, denominato *Qi*, è strettamente legato alla respirazione e al loro organo principale: i polmoni. Infatti questi governano il *Qi* di tutto il corpo e sono in stretta relazione con il naso, che costituisce l'orifizio cardine dei polmoni stessi. Anche in questa cultura è il naso a rappresentare il fondamentale passaggio di entrata e uscita dell'aria, contribuendo alla salute dei polmoni e in senso generale dell'organismo nella sua interezza.

Come precedentemente asserito, il naso e le sue funzioni risultano essere fondamentali per preservare lo stato di salute globale e da queste stesse culture è nato il bisogno di sviluppare una metodica che mantenga sempre la zona nasale pulita: la pratica dello *Jala Neti* che consiste in lavaggi nasali mediante l'utilizzo della Lota (recipiente caratterizzato da una prominente, morfologicamente adatta per entrare nelle narici).

Questa tipologia di lavaggi risulta molto utile anche per prevenire i disturbi da raffreddamento, le sinusiti, per alleviare le allergie, migliorare l'olfatto e rendere più libera la respirazione. Fondamentalmente si basa sul passaggio da una narice all'altra di una soluzione acquosa che contiene sale, concludendosi con la fuoriuscita del liquido inserito insieme a muco, batteri, polveri e agenti inquinanti.

## CAPITOLO 2

### ANATOMIA E FISIOLOGIA DELL'ORGANO VOCALE E DEL NASO

#### 2.1 Anatomia, Istologia e Fisiologia delle Corde Vocali

Uno stretto orifizio, detto adito laringeo o glottide, introduce l'aria, proveniente dalla faringe, all'interno della laringe. La rima della glottide è delimitata dalle pieghe vocali, costituite da connettivo elastico e coinvolte nella produzione dei suoni, chiamate corde vocali.

La cavità della laringe si va restringendo sino alla glottide o rima glottica: qui la mucosa si solleva d'ambo i lati in due spesse pliche trasversali che vanno, da avanti in dietro, dalla base dell'epiglottide ai processi vocali delle aritenoidi. Le due superiori si dicono corde vocali false, le due inferiori corde vocali vere o labbra vocali. Fra le prime (meno sporgenti verso la linea mediana della glottide) e le seconde, si trovano i seni o ventricoli di Morgagni: essi lasciano spazio sufficiente alle corde per vibrare e producono un secreto che inumidisce la mucosa laringea<sup>4</sup>

Le corde vocali si trovano all'interno dell'organo deputato in primis alla respirazione e, in secondo luogo, alla fonazione.

La laringe è un organo impari mediano, con scheletro cartilagineo che circonda e protegge la glottide; le sue pareti cartilaginee incomplete sono stabilizzate da legamenti e muscoli scheletrici.

All'interno di quest'organo vi sono tre cartilagini impari (cartilagine tiroidea, cricoidea e epiglottide) e tre coppie di cartilagini ialine, più piccole delle precedenti (cartilagini aritenoidee, corniculate e cuneiformi).

La cartilagine *cricoide* funge come base per tutte le altre cartilagini e ha una tipica forma ad anello che si espande notevolmente nella porzione posteriore.

La cartilagine *tiroidea* costituisce la maggior parte delle pareti anteriore e laterale della laringe, la sua parte inferiore si articola con la cartilagine cricoidea, la sua superficie superiore, invece, riceve l'attacco di legamenti che si dirigono all'osso ioide, all'epiglottide e ad altre piccole cartilagini laringee.

Le cartilagini *aritenoidi* sono due e sono importantissime, hanno la forma di una piramide triangolare, la cui base si articola con la cartilagine cricoide. In queste cartilagini si inseriscono le parti posteriori (quelle più interne) delle corde vocali, nonché i muscoli, necessari per la loro manovra, in apposite aree chiamate apofisi vocali e apofisi muscolari

---

<sup>4</sup> Definizione Corde Vocali, Enciclopedia Treccani

rispettivamente.

La cartilagine *epiglottide* è a forma di foglia, è protesa al di sopra della glottide e forma una specie di coperchio su di essa. La sua estremità inferiore si inserisce sulla cartilagine tiroidea. E' estremamente mobile e fondamentale per non permettere il passaggio di liquidi e solidi verso le vie aeree.

I muscoli intrinseci che costituiscono la laringe hanno un ruolo complesso, sia vegetativo (respiratorio, deglutitorio), che comunicativo (regolazione dell'adduzione, della tensione e della lunghezza cordale). Segue la loro descrizione.

-Cricoaritenoideo posteriore: fibre a direzione antero-laterale dalla faccia posteriore della cricoide, alla faccia posteriore del processo muscolare dell'aritenoidi. E' abducente delle corde in inspirazione, facendo ruotare la cartilagine aritenoidica indietro e esternamente, e stabilizzatore in fonazione della cartilagine aritenoidica con azione di potenziamento della tensione cordale.

-Cricoaritenoideo laterale: fibre a direzione posteriore dalla faccia laterale della cricoide, alla faccia anteriore del processo muscolare dell'aritenoidi. E' adduttore delle CCVV, avvicinando tra loro i processi muscolari, ed è stabilizzatore dell'adduzione per fonazioni ad alta intensità. In sinergia con il precedente divaricatore della commessura posteriore, per slittamento esterno delle aritenoidi.

-Interaritenoidico trasverso: fibre ad andamento orizzontale tra le due cartilagini aritenoidiche. E' adduttore delle corde vocali nel segmento posteriore, avvicinando i corpi delle aritenoidi.

-Interaritenoidico obliquo: fibre oblique tra i corpi e i vertici delle cartilagini, estese oltre le cartilagini alle pieghe ari-epiglottiche. Ha azione sfinterica sull'adito laringeo.

-Tiroaritenoidico: è composto da tre distinti fasci muscolari. Il fascio interno, o muscolo vocale (fibre a direzione posteriore, parallele al legamento vocale), con funzione adduttrice se le corde sono addotte, e tensore se le corde sono abdotte. Il fascio esterno (fibre più laterali e superficiali a direzione postero-laterale, divergenti), principale adduttore delle CCVV. Fascio tiroepiglottico (fibre a direzione posteriore e superiore dirette alle pieghe ari-epiglottiche), che attira le aritenoidi verso la cartilagine tiroidea, accorcia le corde vocali, le ispessisce, aumentando la sezione, e rilassa la sottomucosa.

-Cricotiroideo: fibre dirette lateralmente e indietro, dalla zona anterolaterale, della faccia anteriore dell'anello cricoideo, allo scudo tiroideo, con andamento da obliquo a orizzontale. Ha la funzione di far basculare in avanti e in basso lo scudo tiroideo, aumentando la tensione del legamento vocale, per allontanamento delle aritenoidi dalla commessura anteriore.

### 2.1.1 Architettura della mucosa della corda vocale

La mucosa delle CCVV presenta delle proprietà vibratorie uniche e non visibili in nessun'altra parte del corpo. La struttura che la caratterizza è a strati e ben definita, formata dall'epitelio, la lamina propria e il muscolo.

Il bordo libero della corda vocale presenta un epitelio di tipo squamoso, mentre la mucosa sopra- e sotto-glottica è caratterizzata da un epitelio colonnare ciliato.

Lamina Propria risulta essere suddivisa in tre strati (superficiale, intermedio e profondo). Lo strato superficiale è formato da tessuto fibroso e sostanza amorfa, questo è il cosiddetto "Spazio di Reinke", ed è il luogo principale in cui avviene la vibrazione mucosa durante la fonazione. Lo strato intermedio è caratterizzato principalmente da fibre elastiche, mentre quello profondo è formato da fibre collagene. Questi due ultimi strati costituiscono il legamento vocale sotto il quale giace il muscolo vocale che forma il corpo principale della corda.

Il muscolo rappresenta la parte contrattile, ovvero la solida impalcatura, mentre il legamento vocale costituisce un substrato di appropriata rigidità e elasticità, su cui lo strato superficiale vibra.

La cedevolezza dei tessuti aumenta gradualmente dal muscolo allo strato superficiale; questo fenomeno è fondamentale per la funzione vibratoria della corda vocale. Il presente concetto viene definito "*La Teoria del Cover Body*", secondo la quale il cover è formato dall'epitelio e dallo strato superficiale della Lamina Propria, mentre il body è costituito dal muscolo, e gli strati intermedi della lamina propria sono considerati di transizione.

Lo spessore medio della Lamina Propria nell'adulto è solamente di 1mm.

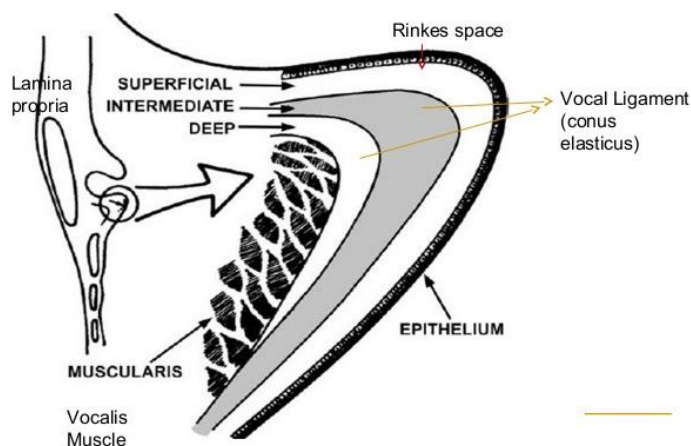


Fig. 1 Struttura a strati delle Corde vocali



La Membrana Basale costituisce il legame fra l'epitelio e lo *strato superficiale della Lamina Propria* (SLP), e ricopre un ruolo fondamentale nel garantire questo legame. Principalmente è costituita da lamina e collagene di tipo IV.

Si ritiene che l'insieme di collegamenti di collagene di tipo IV, VII e III, nella membrana basale e nello SLP, abbiano un ruolo centrale nel mantenere la struttura del *cover*.

### **2.1.2 Struttura della barriera epiteliale delle CCVV <sup>(5)</sup>**

Struttura cellulare: La superficie luminale delle corde vocali è ricoperta da un *epitelio squamoso stratificato* (SSE). L'SSE è composto da diverse fitte cellule squamose stratificate. Negli umani quest'epitelio consta normalmente di 5-10 strati di cellule epiteliali (Arens, Ghanz ); un epitelio così pluristratificato è tipico dei tessuti che frequentemente sono esposti a un ampio range di irritanti e forze meccaniche ed è quindi, necessario affinché vi sia una resistenza maggiore (Stepp, Spur-Michaud).

All'interno della laringe, l'SSE si trova solamente sulle CCVV e sulla superficie dell'epiglottide. L'SSE si muta in epitelio colonnare pseudostratificato ciliato sulla commissura anteriore e posteriore, nell'area sovraglottica e subglottica (Bulmer, Ali, Brownlee). L'epitelio che ricopre le vie aeree superiori è anch'esso colonnare pseudostratificato ciliato, composto da numerosi tipi di cellule, incluse le cellule ciliate colonnari e le cellule caliciformi, secernenti muco. Quest'ultime sono anche integrate all'interno dell'epitelio della laringe, specialmente nell'area delle false corde e in quella subglottica.

Gli strati formati da queste cellule squamose, possono essere divisi in due sezioni: Strato basale e Strati sovrabasali (o luminali) (Fig 2.B).

---

<sup>5</sup> Vocal Fold Epithelial Barrier in Health and Injury. A Research Review, Elizabeth Erickson Levendoski, Ciara Leydon, and Susan L. Thibeault

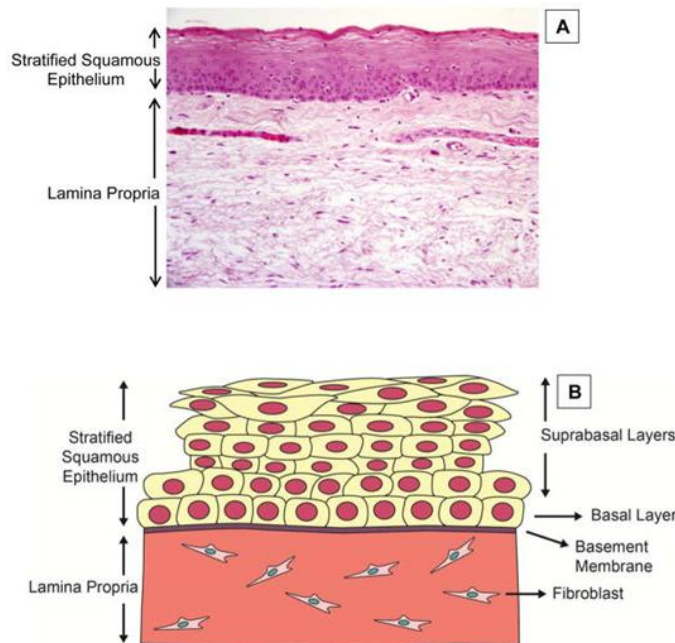


Fig. 2 Struttura della barriera epiteliale delle CCVV.

(A) Sezione coronale istologica attraverso la porzione di membrana di una corda vocale umana

(B) Schema della barriera epiteliale vocale. Gli strati di cellule sono divisi in due sezioni: Sovrabasale e basale. Lo strato basale è unito alla membrana basale.

Uno stato di equilibrio, o omeostasi epiteliale, dipende da un continuo auto-rinnovo delle cellule degli strati basali e luminali, processo che consente una funzionalità fisiologica di questo tessuto.

E' stato stimato che un turnover completo dell'epitelio avvenga in 96 ore. Durante questo processo, le cellule si dividono nello strato basale e emigrano verso gli strati luminali. Le cellule staminali adulte sono considerate la principale componente del processo di rigenerazione tissutale e sono state identificate anche lungo le CCVV (Yamashita et al, 2007).

Lo strato basale è unito a una membrana basale, che è composta principalmente da collagene, ma include anche altre proteine come la fibronectina. Strutture di collagene, con funzione di ancoraggio incorporate nella membrana basale, fissano l'epitelio alla lamina propria. Le cellule, che si trovano sullo strato più superficiale, presentano una densa serie di microvilli che aumentano la superficie epiteliale. E' stato ipotizzato che queste strutture promuovano la diffusione del fluido e la capacità di adesione (Kahwa, Atwal & Purton, 1997) e facilitino l'assorbimento dell'acqua e di altri nutrienti (Beuerman & Pedroza, 1996). Inoltre, queste strutture possono svolgere una funzione unica nelle corde vocali fornendo trazione durante la vibrazione (Gray, 2000).

Giunzione cellulare: Nell'epitelio stratificato delle CCVV le cellule, individualmente, sono unite da complessi proteici, chiamati giunzioni cellulari. Le giunzioni cellulari sono complessi di proteine specializzate che facilitano l'aderenza e la comunicazione tra due cellule o tra una cellula e la membrana basale e contribuiscono alla manutenzione dell'integrità tissutale (Knight & Holgate, 2003). Le cellule stratificate squamose, insieme a quelle di giunzione, formano la struttura base della barriera epiteliale delle corde vocali. Questa configurazione strutturale crea due percorsi cellulari permeabili: la via transcellulare e quella paracellulare (Fig.3). Con *permeabilità selettiva* ci si riferisce al processo che permette un appropriato assorbimento e secrezioni di elettroliti e acqua, mentre si limita l'entrata d'irritanti ambientali, potenzialmente nocivi, all'interno delle corde vocali. Mentre la via di transito transcellulare è principalmente utilizzata nell'assorbimento e secrezione selettivi di ioni e acqua, la via paracellulare è associata al trasporto nello spazio tra due cellule epiteliali adiacenti ed è regolata dalle cellule di giunzione. Le cellule di giunzione possono serrare la via paracellulare, creando una barriera epiteliale. Inoltre, unendo le cellule epiteliali adiacenti, le cellule di giunzione sono necessarie anche per la stabilità meccanica di questa importante barriera che è essenziale durante la vibrazione cordale.

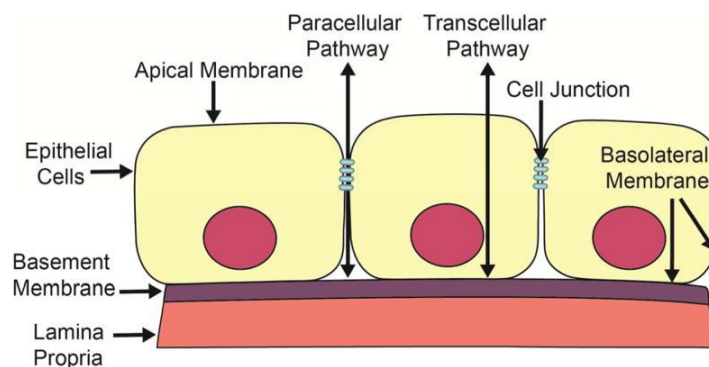


Fig 3. Due vie di transito attraverso la barriera epiteliale.

La via trans-cellulare permette il trasporto selettivo attraverso le cellule epiteliali.

La via para-cellulare permette il trasporto selettivo attraverso lo spazio para-cellulare tra le cellule epiteliali, ed è regolato dalle giunzioni cellulari.

Le cellule di giunzione sono tipicamente raggruppate a seconda della loro funzione. Tre grandi gruppi includono le cellule di giunzione che occludono, ancorano e comunicano. Alterazioni o destabilizzazione nella formazione e distribuzione di queste cellule porterebbero a una disfunzione della barriera epiteliale. (Fig. 4)

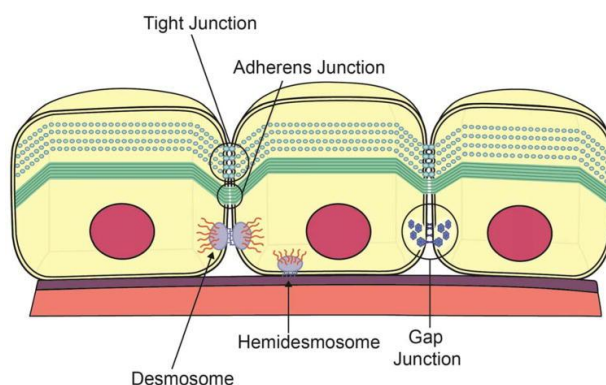


Fig 4. Giunzioni cellulari della barriera epiteliale delle CCVV.

Le giunzioni cellulari si trovano nei punti di contatto tra cellula-cellula e cellula-matrice extra-cellulare. Le Tight Junctions sono le giunzioni più apicali che sigillano lo spazio para-cellulare e sono classificate come occludenti. Le Adherens Junctions, desmosomi e emidesmosomi, sono classificate come giunzioni di ancoraggio. Queste collegano filamenti del citoscheletro da una cellula all'altra (adherens junctions e desmosomi), e da una cellula alla matrice extra-cellulare (emidesmosomi). Le Gap Junctions sono classificate come giunzioni di comunicazione che mediano il passaggio degli elettroliti e di altre piccole molecole tra le cellule.

### 2.1.3 Barriera di muco sulle Corde Vocali

L'epitelio non è l'unica barriera importante. La superficie luminale delle CCVV è ricoperta da un sottile strato di muco. Il muco fa da barriera tra le membrane delle cellule epiteliali e l'ambiente. Le principali funzioni del muco riguardano la protezione, il trasporto e la lubrificazione (Samuels et al, 2008): nello specifico lega e intrappola gli irritanti ambientali e sistemici e successivamente li sposta e li rimuove. Nella laringe il muco ha una funzione unica, ovvero quella di lubrificare le corde vocali durante la fonazione (Roy, Tanner, Gray, Blomgren & Fisher, 2003).

Questo muco è formato da un'eterogenea mistura di sali, mucine e acqua. Le sue proprietà funzionali sono per lo più influenzate dal suo contenuto di mucine. Approssimativamente, sono state riscontrate 20 tipi di mucine nelle vie aeree dell'essere umano. Queste mucine si dividono in due grandi categorie: quelle secernenti e quelle membrana-associate (Jeffery & Li, 1997).

Nella laringe, le mucine secernenti sono considerate essere tipiche della zona delle false corde e della zona subglottica (Kutta, Steven, Kohla, Tilmann ecc).

Le false corde sono due bande mucose collocate nella regione sovra-glottica, immediatamente superiore alle vere corde vocali. Le false corde e l'area subglottica contengono delle cellule specializzate nella produzione del muco, chiamate cellule calici

formi (*Goblet cells*) e le ghiandole sub-mucose, anch'esse con funzione secernente.

Le mucine secernenti sono molto più grandi di quelle membrana-associate, e sono principalmente responsabili delle proprietà fisiche del muco delle vie aeree come la viscosità (Lillehoj & Kim, 2002). Le mucine membrana.associate sono state riscontrate nella membrana delle cellule epiteliali in tutta la laringe. (Fig. 5)

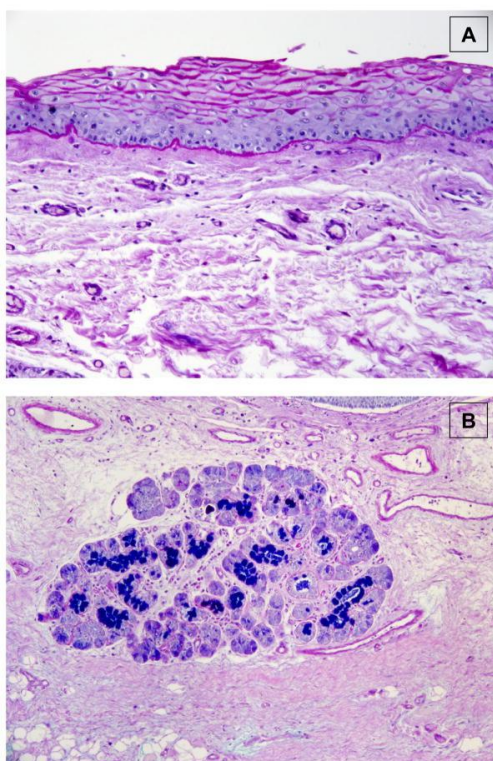


Fig. 5 Esempio di cellule che producono muco nella laringe.

Sezione coronale istologica delle false corde, in cui le mucine appaiono colorate sia di blu che di color magenta.

(A) Mucine presenti intorno alla membrana cellulare delle cellule epiteliali apicali delle false corde

(B) Mucine presenti nella ghiandola sub-mucosa

Quando i soggetti sono esposti cronicamente ad agenti inquinanti, i ricercatori hanno osservato significanti alterazioni nelle proprietà fisiche del muco che ricopre la superficie laringea. Nello specifico, ne risulta un aumento della produzione di muco così come un aumento dell'aggregazione di muco viscoso sulla superficie della laringe. Questi cambiamenti nel muco comportano diverse implicazioni per la salute di quest'organo. Per esempio, una ridotta espressione delle mucine andrebbe a inibire le proprietà protettive di questa importante barriera.

Una sovra-produzione di muco, d'altra parte, porterebbe a una riduzione di un'efficiente pulizia delle particelle esterne.

Inoltre, cambiamenti nella viscosità del muco possono significativamente impattare sulla vibrazione cordale.

#### 2.1.4 Meccanismi d'idratazione della superficie delle CCVV

Le CCVV sono ricoperte da un sottile *strato di liquido di superficie* (ASL) che serve come barriera fisica e biochimica per proteggere il tessuto sottostante dai danni che può provocare l'inalazione di particelle patogene. La presenza di questo liquido di superficie è anche necessaria per mantenere le caratteristiche biomeccaniche ottimali della mucosa delle corde vocali e permettere un aumento dell'efficienza oscillatoria delle corde stesse e promuovere le fisiologiche qualità della voce.

Il mantenimento delle proprietà di questo liquido è dovuto all'attivazione e al funzionamento di:

- Pompe sodio-potassio ( $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATPasi}$ ), identificate sul versante basolaterale delle cellule, contribuiscono a mantenere un gradiente elettrochimico transmembranale (essenziale per il corretto funzionamento cellulare) tramite il trasporto di ioni  $\text{K}$  (potassio) e  $\text{Na}$  (sodio) con dispendio energetico sotto forma di ATP <sup>(6,7)</sup>
- Cotrasportatori sodio-potassio-cloro ( $\text{Na}^+\text{K}^+\text{2Cl}^-$ ), identificati sulla zona baso-laterale delle cellule epiteliali delle CCVV con il ruolo di lasciar passare gli ioni sodio, potassio e cloro. <sup>(8)</sup>
- Canali epiteliali del sodio (ENaC) e regolatori della conduttanza transmembrana della fibrosi cistica (CFTR), si trovano sulla zona luminale delle cellule epiteliali cordali. Il primo permette lo spostamento del sodio dallo strato acquoso superficiale verso l'interno delle cellule, il secondo permette la secrezione di ioni cloro verso l'esterno. <sup>(5,9)</sup>
- Le acquaporine (AQP), situate sul versante luminare, garantiscono un flusso d'acqua bidirezionale attraverso la membrana cellulare. <sup>(10)</sup>

---

<sup>6</sup> Fisher KV, Telser A, Phillips JE, Yeates DB. Regulation of vocal fold transepithelial water flux. J Appl Physiol

<sup>7</sup> Hille B. Ion Channels of Excitable Membranes. Sunderland, MA: Sinauer

<sup>8</sup> Leydon C. Stimulating Chloride Ion Fluxes Across Vocal Fold Epithelium. Communication sciences and disorders. Evanston, Northwestern University

<sup>9</sup> Fisher KV, Lodewyck D, Menco B, Telser A, Yeates D. Sodium dependent transepithelial water fluxes of the vocal fold. Paper presented at The International Conference on Voice Physiology and Biomechanics

<sup>10</sup> Lodewyck D, Menco BP, Fisher KV. Immunolocalization of aquaporins in vocal fold epithelia.

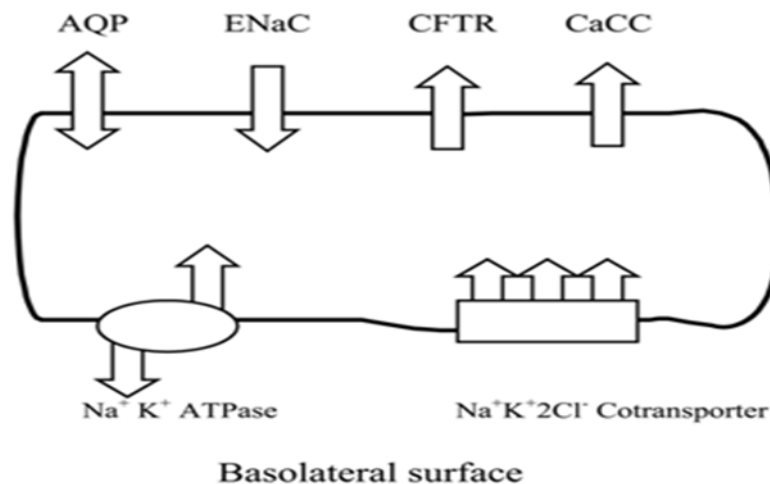


Fig 6 Trasportatori molecolari sulla membrana cellulare dell'epitelio delle CCVV

Lungo le vie aeree, come ad esempio nei bronchi, nella trachea e nel naso, lo spessore dell'ASL è garantito, primariamente, dall'assorbimento dello ione sodio ( $\text{Na}^+$ ) e dalla secrezione dello ione cloro ( $\text{Cl}^-$ ) attraverso l'epitelio.

In uno studio del 2001, condotto da Fisher *et al*, si evidenziò come l'epitelio di rivestimento delle CCVV apparisse polarizzato e mostrasse un flusso di acqua trans-cellulare bidirezionale permesso dal trasporto attivo di ioni. La presenza di questo flusso dimostra che le cellule dell'epitelio delle corde vocali, insieme alle secrezioni delle ghiandole laringee e alla clearance muco-ciliare, determinano lo spessore e la composizione del liquido superficiale della zona cordale.

#### Trasporto trans-epiteliale di ioni e acqua:

L'idratazione della superficie delle CCVV è soggetta a persistenti stimoli comportamentali e ambientali. Questi stimoli possono compromettere le difese e la fisiologia delle corde stesse. Se deve essere mantenuta la loro funzionalità fisiologica e ideale è necessario che ci sia un meccanismo intrinseco che assicuri l'omeostasi del liquido di superficie di fronte a queste "minacce", esterne e interne, che intervengono quotidianamente.

Basandosi su osservazioni della funzione delle cellule di altri epitelii delle vie aeree, Fisher e colleghi hanno ipotizzato che lo spessore e la composizione ionica del liquido di superficie delle CCVV siano determinati in parte da un trasporto attivo di ioni attraverso le cellule epiteliali delle corde stesse.

#### Trasporto trans-epiteliale dell'acqua:

I movimenti trans-epiteliali degli ioni provvedono a creare la forza motrice dei flussi bidirezionali dell'acqua attraverso l'epitelio delle CCVV; infatti un'inibizione dei canali e delle pompe ioniche causa una riduzione del passaggio dell'acqua. E' proprio l'interazione tra ENaC e CFTR che potrebbe rivestire un ruolo importante nella formazione di suddette forze, necessarie per la secrezione e assorbimento dell'acqua attraverso l'epitelio delle

CCVV.

L'epitelio delle vie aeree è deputato sia a funzione di assorbimento sia di secrezione. Il trasporto di  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  attraverso l'epitelio crea un gradiente osmotico locale che permette la creazione di un flusso trans-epiteliale dell'acqua.

Queste correnti d'acqua passano attraverso proteine di trasporto specializzate: le acquaporine (AQP). Due tipi di acquaporine (AQP1 e AQP2) sono state immunolocalizzate sulla membrana plasmatica e sulle strutture citoplasmatiche delle CV. L'interazione tra ENaC e CFTR determina anche se il tessuto epiteliale debba assorbire o secernere.

A riposo, il tessuto delle vie aeree ha funzione di assorbimento; invece quando è stimolato avviene una netta secrezione di  $\text{Cl}^-$  verso la superficie. L'attivazione del CFTR permette la secrezione di  $\text{Cl}^-$  verso la superficie, mentre si riduce l'assorbimento di  $\text{Na}^+$  attraverso l'inibizione dell'attività dell'ENaC. Quando il CFTR è assente o mutato (come nelle malattie delle vie aeree, come la fibrosi cistica) il flusso di  $\text{Cl}^-$  verso la superficie è ridotto e l'effetto inibitorio sull'ENaC è assente. Di conseguenza, l'assorbimento di  $\text{Na}^+$  rimane incontrollato e ne deriva la disidratazione dell'epitelio.

## 2.2 Anatomia e Fisiologia del Naso

Il naso, chiamato anche piramide nasale a causa della sua forma, è costituito da tre parti: una struttura di *sostegno* (componenti ossee e cartilaginee), una struttura di *supporto* (apparato connettivale, legamentoso e muscolare), e una '*copertura esterna*' (pelle e tessuti molli sottocutanei).

L'interno del naso è diviso in due cavità dal setto nasale, di cui la parte ossea si forma per l'articolazione della lamina perpendicolare dell'etmoide con le ali del vomere, mentre la parte anteriore è formata da cartilagine ialina che fa da sostegno al dorso e all'apice del naso. Queste due cavità sono in comunicazione con l'esterno attraverso le narici e con il rinofaringe attraverso le coane.

Le ossa mascellari, nasali, frontali, etmoide e sfenoide formano le pareti laterali e superiori delle cavità nasali.

La regione olfattiva, o parte superiore delle cavità nasali, è formata dalle aree rivestite da epitelio olfattivo: la superficie inferiore della lamina cribrosa, la parte superiore del setto nasale e il turbinato superiore. I recettori presenti nell'epitelio olfattivo forniscono il senso dell'olfatto.

L'estremità anteriore delle fosse nasali, ovvero il vestibolo (fessura allungata sagittalmente, il cui orifizio inferiore è caratterizzato dalla narice) presenta una superficie di  $90 \text{ mm}^2$ , e un epitelio provvisto di grossi peli, che si estendono dalle narici, che hanno la funzione di intrappolare grosse particelle sospese nell'aria e impedirne l'ingresso nelle cavità nasali.

Un restringimento anatomico di  $30 \text{ mm}^2$ , chiamato *valvola nasale*, separa il vestibolo dalle cavità nasali; è qui che l'aria inspirata raggiunge la maggiore velocità.

Le cavità nasali presentano tre protrusioni ossee per ogni lato: tali 'sporgenze' sono i turbinati, formati da una lamina di osso ricoperta da mucosa.

Questi si dividono in turbinati superiori, medi e inferiori e si sollevano dalle pareti laterali delle cavità nasali, proiettandosi verso il setto.

Per passare dal vestibolo alle aperture posteriori delle cavità nasali (le coane), l'aria tende a



fluire negli spazi presenti fra turbinati vicini, i cosiddetti *meati nasali*, anch'essi suddivisi in superiori, medi e inferiori. I meati rappresentano delle vie di passaggio molto ristrette e permettono che l'aria in entrata rimbalzi sulla superficie dei meati stessi, assumendo un moto vorticoso. Questa turbolenza ha lo scopo di far venire maggiormente a contatto le particelle più piccole contenute nell'aria con il muco che riveste le pareti delle cavità nasali. Inoltre è un moto che allunga i tempi di percorrenza dell'aria in entrata, consentendone il riscaldamento e l'umidificazione e creando delle correnti a vortice che portano gli stimoli olfattivi ai loro recettori.

In direzione posteriore, le cavità nasali si aprono in un canale comune, chiamato rinofaringe. Questa è la porzione superiore della faringe che si trova sotto la base del cranio e prosegue nell'orofaringe, parte della "gola" che si posiziona dietro la cavità orale. Verso la linea mediana, il rinofaringe presenta una tessuti linfoidi, chiamate *adenoidi*. Su entrambi i lati del rinofaringe, si aprono le *tube di Eustachio* che connettono questa porzione della faringe all'orecchio medio. Questi canali sono composti per 1/3 di una parte ossea e per i restanti 2/3 di una parte cartilaginea. La parte ossea ha un ruolo passivo, mentre quella cartilaginea, sotto l'azione dei muscoli peristafilini, può aprirsi e assicurarne un funzionamento fisiologico.

La funzione di questa tuba è di aiutare l'aria a passare dall'orecchio al rinofaringe e viceversa; ciò permette di equilibrare la pressione interna dell'orecchio medio con quella atmosferica. E' una funzione molto importante per un processo uditivo ottimale e fisiologico.

Quando le adenoidi aumentano di volume (per es. per un processo infiammatorio), la tuba di Eustachio e le funzioni dell'orecchio possono risentirne, potendosi verificare la presenza di liquido nell'orecchio stesso, sensazione di dolore e variazioni di pressione interna dell'organo uditivo.

Un ingrossamento delle adenoidi può anche provocare un restringimento o chiusura delle coane e influenzare la modalità di respirazione nasale, provocando l'utilizzo forzato di quella orale e la comparsa di fenomeni di russamento.

Il confine tra il rinofaringe e il resto della faringe stessa è delimitato dal palato molle che si estende posteriormente alla porzione ossea del palato, definita palato duro. Quest'area, costituita da parti delle ossa mascellari e palatine, forma il pavimento delle cavità nasali e le separa dalla cavità orale.

I seni paranasali sono cavità accessorie scavate all'interno delle ossa del cranio e del massiccio facciale, rivestite di periostio e mucosa; comunicano con le fosse nasali per mezzo di osti che ne consentono la ventilazione e il drenaggio delle secrezioni. Sono molto piccoli alla nascita; si sviluppano durante l'ossificazione e completano il loro sviluppo intorno ai 20 anni. Nel corso della vita continuano a modificarsi e nell'anziano possono subire fenomeni di riassorbimento osseo con estremo assottigliamento delle pareti.

Contengono aria e perciò alleggeriscono il cranio e partecipano alla protezione dell'encefalo; inoltre svolgono un ruolo importante nella respirazione: riscaldano e umidificano l'aria inspirata e durante gli atti della respirazione l'aria in essi racchiusa si mescola con l'aria inspirata e con l'aria espirata, modificandone la composizione. Infatti l'aria viene miscelata con l'ossido nitrico (NO) che è appunto prodotto all'interno di

questi seni e che riveste un ruolo molto importante come vasodilatatore e nel migliorare l'assorbimento dell'ossigeno nei polmoni <sup>(11)</sup>

Gli osti dei seni paranasali si aprono nei meati medi e superiori, protetti da strutture a valvola con concavità rivolta verso le vie aeree distali e convessità rivolta verso le narici. Tali valvole permettono al flusso inspiratorio di generare delle depressioni, che risucchiano l'aria presente nei seni. Durante l'espiazione il flusso aereo proveniente dall'albero bronchiale, nel passare anche dai meati medio e superiore, trova le valvole degli osti sinusali rivolte controcorrente, per cui una quota ne viene deviata e fatta passare nelle cavità sinusali stesse, da cui uscirà, come già detto, risucchiata nella successiva fase inspiratoria.

I seni paranasali sono cinque per lato (Fig.7):

- Il seno mascellare, il più ampio, è scavato nello spessore del corpo dell'osso mascellare e si trova nei due lati sopra l'arcata dentaria superiore in rapporto con premolari e molari, lateralmente alle fosse nasali, inferiormente all'orbita, da cui è separato per mezzo di una sottilissima lamina ossea, e anteriormente alla fossa pterigo-mascellare. Attraverso un ostio di drenaggio si apre nel meato medio con un orifizio posto a un livello più alto rispetto al pavimento del seno, così che lo svuotamento dalle secrezioni non possa avvenire per gravità ma per il movimento delle ciglia della mucosa, cosa che a volte può risultare difficile.
- Il seno frontale fa parte dell'osso frontale, ed è situato sopra l'orbita e la radice del naso, davanti alla fossa cranica anteriore; per mezzo del canale naso-frontale è in comunicazione con il meato medio. I seni frontali sono molto variabili per forma e dimensioni, potendo risultare ipoplasici o al contrario così sviluppati da raggiungere i seni sfenoidali, oppure possono mancare completamente; spesso sono asimmetrici tra i due lati, essendo separati da un sottilissimo setto mediano che in genere devia da un lato e a volte possono anche formare una cavità unica.
- Le cellule etmoidali anteriori sono piccole cavità multiple, in genere 5-6 per ogni lato (possono variare tra 2 e 8), poste all'interno della regione anteriore delle masse laterali dell'etmoide, situate medialmente alla cavità orbitaria e lateralmente alla fossa nasale.
- Le cellule etmoidali posteriori si trovano nella regione posteriore delle masse laterali dell'etmoide, davanti al seno sfenoidale e sono in genere meno numerose di quelle anteriori, ma più grandi; drenano nel meato superiore, vicino all'ostio del seno sfenoidale.
- Il seno sfenoidale è scavato nello spessore del corpo dello sfenoide ed è posto subito di sotto la sella turcica, medialmente al seno cavernoso e superiormente alle coane e al rinofaringe; posteriormente è in rapporto con la parte basilare dell'osso occipitale. I seni sfenoidali dei due lati sono praticamente contigui tra loro, ma spesso non uniformi per volume poiché separati da un setto che in genere non è perfettamente mediano. L'orifizio si apre nella volta delle cavità nasali.

---

<sup>11</sup> "Is it mental or is it dental? Cranial & Dental Impacts on Total Health" di Raymond Silkman

Le cavità dei seni paranasali sono anch'esse ricoperte da una mucosa, che è in continuità con la mucosa delle fosse nasali, ma è molto più sottile e costituita da epitelio cilindrico semplice con ciglia che si muovono in direzione delle fosse nasali e con scarse cellule caliciformi mucipare. Nella tonaca propria, in prossimità degli osti sinusali, si possono riscontrare ghiandole mucose.

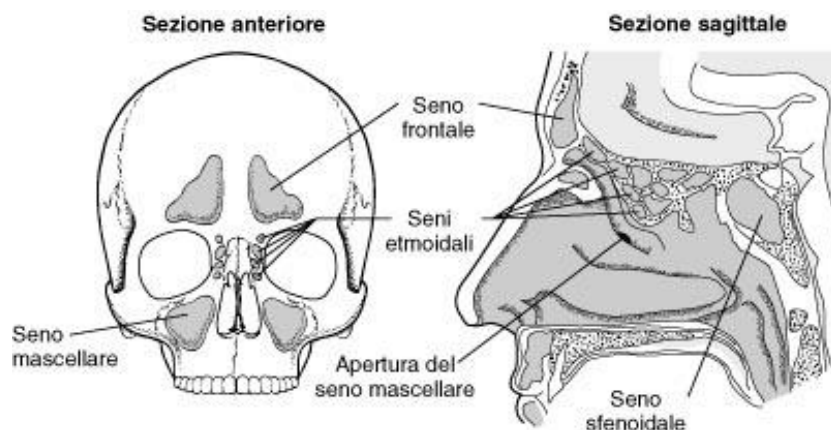


Fig.7 Seni Paranasali (atlantemedicina.wordpress.com)

## 2.2.1 Meccanica respiratoria delle fosse nasali

La regione della valvola nasale dirige il flusso dell'aria inspirata verso i turbinati inferiori con un'alta e turbolenta energia cinetica, che è importante per lo scambio di calore e umidità.<sup>(12)</sup>

Durante l'inspirazione, il flusso aereo nasale e il suo grado di turbolenza nei meati medi è molto più marcato rispetto alla fase espiratoria<sup>(13)</sup>.

Nella fase inspiratoria, la turbolenza avviene particolarmente nella parte più anteriore e bassa delle cavità nasali; nell'espirazione invece non è stata misurata alcun moto turbolento. La massima velocità del flusso aereo, sia nella fase inspiratoria sia espiratoria, è stata misurata in prossimità del palato molle che va verso il velo palatino<sup>(14)</sup>. E' stata osservata un'alta velocità dell'aria anche nella regione della valvola nasale e vicino al setto nasale<sup>(15)</sup>.

Sulla base di studi clinici, è stato confermato che i turbinati inferiori e medi giocano un

<sup>12</sup> A review of the implications of computational fluid dynamic studies on nasal airflow and physiology. Leong SC, Chen XB, Lee HP, Wang DY.

<sup>13</sup> Ishikawa S, Nakayama T, Watanabe M, et al. Visualization of flow resistance in physiological nasal respiration: analysis of velocity and vorticities using numerical simulation

<sup>14</sup> Tan J, Han D, Wang J, et al. Numerical simulation of normal nasal cavity airflow in Chinese adult: a computational flow dynamics model.

<sup>15</sup> Wen J, Inthavong K, Tu J, et al. Numerical simulations for detailed airflow dynamics in a human nasal cavity. *Respir Physiol Neurobiol*

ruolo maggiore nel condizionamento dell'aria inspirata<sup>(16)</sup> e nel recupero di calore durante la fase espiratoria. Inoltre è stato dimostrato che le aree che subiscono una maggiore diminuzione della temperatura sono quelle caratterizzate da un flusso turbolento<sup>(17)</sup>. La maggior parte dell'aria inspirata passa nel meato comune (congiunzione del meato inferiore con quello medio, spazio longitudinale su ogni lato del setto nasale, Fig 8), mentre un flusso minore, che aumenta con il processo di “sniffing”, arriva fino al bulbo olfattivo. Il turbinato inferiore è importante per il processo di condizionamento dell'aria. Secondo uno studio di Ishikawa *et al* l'aria inspirata passa in una zona olfattiva più ampia rispetto a quella dell'aria espirata, senza però che si crei alcun aumento di velocità di flusso. Si è quindi dedotto che ci sia un ricircolo del flusso che promuove fortemente la funzione olfattiva del naso<sup>(18)</sup>.

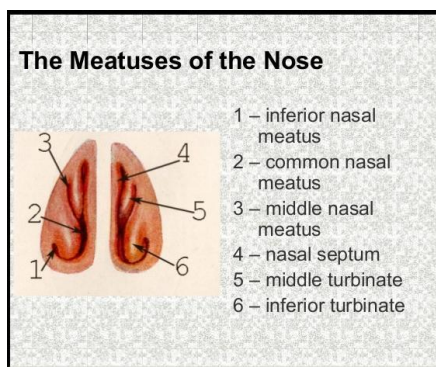


Fig.8 Localizzazione del meato comune

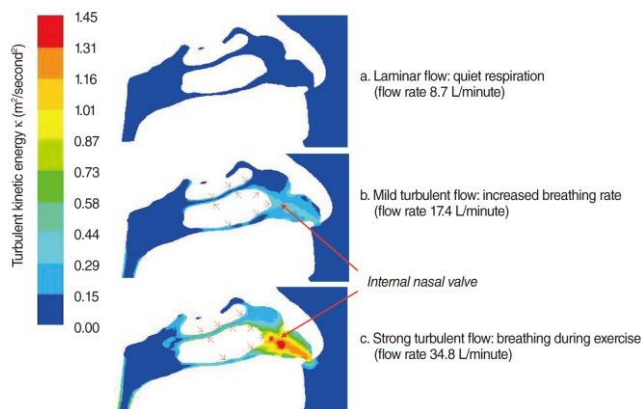


Fig. 9 Energia cinetica turbolenta ( $m^2/second^2$ ) del flusso aereo in un naso sano. E' evidente l'effetto della turbolenza nel massimizzare il contatto dell'aria con la mucosa dei turbinati (vedi frecce)

<sup>16</sup> Bailie N, Hanna B, Watterson J, et al. A model of airflow in the nasal cavities: Implications for nasal air conditioning and epistaxis

<sup>17</sup> Pless D, Keck T, Wiesmiller K, et al. Numerical simulation of air temperature and airflow patterns in the human nose during expiration

<sup>18</sup> Ishikawa S, Nakayama T, Watanabe M, et al. Flow mechanisms in the human olfactory groove: numerical simulation of nasal physiological respiration during inspiration, expiration, and sniffing

## 2.2.2 Epitelio del naso e Clearance Mucoiliare

Giornalmente il naso muove, dalle cavità nasali fino ai polmoni, approssimativamente dai 10 ai 20.000 litri di aria,. Normalmente in un adulto il flusso d'aria inspirato ha un range che va dai 5 ai 12 litri al minuto in una respirazione calma, mentre aumenta fino ai 40 litri al minuto durante l'esercizio fisico, fino ad arrivare ad un estremo flusso inspiratorio che raggiunge i 150 litri al minuto <sup>(19)</sup>. A causa della struttura interna e la tipica forma del naso, l'aereodinamica del flusso d'aria cambia significativamente da un moto laminare, tipico nella zona vestibolare, a un elevato moto turbolento, nella zona dei turbinati inferiori <sup>(20)</sup>. Ciò facilita il contatto con la mucosa per il processo di riscaldamento/raffreddamento, umidificazione e filtraggio dell'aria inspirata, in collaborazione con il sistema nervoso, con la vascolarizzazione, con il tessuto secretorio e la clearance mucoiliare della mucosa nasale.

L'epitelio che ricopre le strutture appena descritte, ad eccezione del vestibolo, è di tipo cilindrico pseudostratificato.

Le cellule di questo tessuto sono di tipo basale, caliciformi, colonnari ciliate o non ciliate: sono ancorate al loro ambiente tramite cellule di giunzione che includono le “giunzioni occludenti” (*tight junctions*, TJs), le “giunzioni aderenti” (*adherens junctions*, AJs), le “giunzioni comunicanti” (*gap junctions*) e i desmosomi, componenti centrali della barriera fisica <sup>(21,22)</sup>.

Ogni cellula ciliata possiede 100-200 ciglia vibratili e sul polo apicale si riscontrano 300-400 microvilli immobili. E' questa la zona in cui si concentrano il maggior numero di canali ionici responsabili degli scambi di elettroliti e di acqua tra l'interno delle cellule e lo strato di muco che ricopre la parte apicale di tutta la mucosa respiratoria. La mucosa lungo le cavità nasali ricopre un'area di 100-200 cm<sup>2</sup>, che si estende fino all'interno dei seni paranasali ed è rivestita da uno strato di muco che va dai 10 ai 15 micron.

Questo muco, prodotto dalle cellule caliciforme e dalle ghiandole della sotto-mucosa, risulta essere formato da uno strato superficiale più spesso, elastico e viscoso chiamato fase “gel” che ricopre la parte distale delle ciglia e il lume del condotto e da uno strato profondo, più sottile, acquoso, chiamato fase “sol” che invece ricopre le cellule cigliate dalla loro parte apicale fino alla base.

Le caratteristiche specifiche di questa secrezione mucosa, che quotidianamente raggiunge 0,3 mL/kg/die, sono il pH compreso tra 6,5 e 7,8, una concentrazione del 95% di acqua, del 3% di elementi organici e del 2% di elementi minerali.

Il controllo dell'acqua al suo interno è dato dalla gestione dell'assorbimento di ioni sodio e dalla secrezione di ioni cloro. Questa gestione di ioni è possibile grazie a sistemi attivi, tra

---

<sup>19</sup> Hooper RG. Forced inspiratory nasal flow-volume curves: a simple test of nasal airflow

<sup>20</sup> Wang DY, Lee HP, Gordon BR. Impacts of fluid dynamics simulation in study of nasal airflow physiology and pathophysiology in realistic human three-dimensional nose models

<sup>21</sup> Varelle M, Kieninger E, Edwards MR, et al. The airway epithelium: soldier in the fight against respiratory viruses

<sup>22</sup> Roche WR, Montefort S, Baker J, et al. Cell adhesion molecules and the bronchial epithelium

cui i principali sono il co-trasportatore Na/K/2Cl, il canale che scambia ioni Na per ioni K e diversi altri canali cloruri, potassici e sodici. L'elemento organico principale del muco è costituito dalle mucine, glicoproteine di peso molecolare elevato (1.000 kDa) che, formando una rete macromolecolare, riescono a intrappolare le particelle estranee che verranno, a loro volta, trasportate verso la rinofaringe per essere poi eliminate. Questo processo viene definito "clearance mucociliare" e permette lo spostamento del muco di una distanza di 3-25 mm/min, grazie al battito sincronizzato delle ciglia mobili che protrudono dall'epitelio pseudo-stratificato. In questo modo, oltre l'80-90% di piccole particelle presenti nell'aria inalata vengono intrappolate sulla superficie della mucosa nasale<sup>(23)</sup> e sono trasportate, dall'azione dell'apparato mucociliare, nella faringe dove vengono o ingerite o tossite fuori.

Questo fenomeno indica che l'epitelio nasale sia esposto prima, e in misura maggiore rispetto all'epitelio bronchiale, a tutti gli agenti ambientali, compresi quelli infettivi (ad es. virus, batteri e funghi), agli allergeni e agli inquinanti atmosferici; tutto ciò per effettuare una protezione delle vie respiratorie inferiori.

Oltre al ruolo di barriera fisica, le cellule epiteliali nasali sono note per avere una funzione attiva in entrambe le risposte immunitarie, innate e acquisite. Infatti possiedono recettori membranali e citoplasmatici che riescono a riconoscere patterns molecolari che si ritrovano in parassiti, virus, lieviti, batteri e micobatteri; in più possono secernere un'ampia gamma di molecole di difesa, come quelle antimicrobiche, proteine permeabilizzanti, collectine, e proteine leganti (ad es. la mucina). Sono in grado, anche, di produrre, in risposta a una stimolazione da parte di antigeni, una varietà di citochine, osteopontine e linfopoietina timica stromale. Molte delle citochine che vengono liberate hanno la capacità di attirare vari leucociti come gli eosinofili, mastociti, neutrofili, cellule dendritiche e linfociti.

### 2.2.3 Modello Gel-on-Brush<sup>(24)</sup>

L'intero condotto aereo è permeato da un sottilissimo doppio strato di fluido (di  $7 \text{ \AA}\mu\text{M}$ ) situato a livello della membrana apicale dell'epitelio di queste vie, anche definibile come *liquido di superficie delle vie aeree*, conosciuto con la sigla "ASL" (dall'inglese *airway surface liquid*) che, come precedentemente detto, non solo permette di intrappolare i patogeni inalati, ma rappresenta anche il mezzo attraverso il quale il calore e l'acqua trapassano dalla mucosa sottostante.

In precedenza, questo doppio strato mucoso era descritto attraverso un modello

---

<sup>23</sup> Garlapati RR, Lee HP, Chong FH, et al. Indicators for the correct usage of intranasal medications: a computational fluid dynamics study

<sup>24</sup> Periciliary Brush Promotes the Lung Health by Separating the Mucus Layer from Airway Epithelia. Brian Button, Li-Heng Cai, Camille Ehre, Mehmet Kesimer, David B. Hill, John K. Sheehan, Richard C. Boucher, and Michael Rubinstein Science

denominato *Gel-on-Liquid* (che letteralmente significa “Gel sopra ad un liquido”) che distingueva uno strato di muco in fase “gel”, separato, attraverso il battito delle ciglia, da una zona più acquosa chiamata strato “sol”. Questo modello, però, non riusciva a spiegare perché grandi macromolecole dello strato mucoso (MUC5A e MUC5B), con raggio di circa 150-200 nm, non riuscissero a penetrare all’interno dello strato in fase “sol”. Infatti questo strato peri-ciliare (PCL) risulta impenetrabile anche a particelle significativamente più piccole delle mucine (di diametro di 40 nm). Dai risultati di più recenti studi, il modello *Gel-on-Liquid* è sembrato essere qualitativamente incorretto.

Quindi è stato proposto un modello alternativo chiamato *Gel-on-brush* (che letteralmente vuol dire “Gel al di sopra di una spazzola”) che descrive il PCL come uno strato occupato da mucine e grandi mucopolisaccaridi, presenti in alta concentrazione, che si legano alle ciglia, ai microvilli e alla superficie epiteliale (Fig.10), formando una specie di rete che prevenga la penetrazione sia delle mucine MUC5A/B che delle particelle inalate e depositate sullo strato di muco.

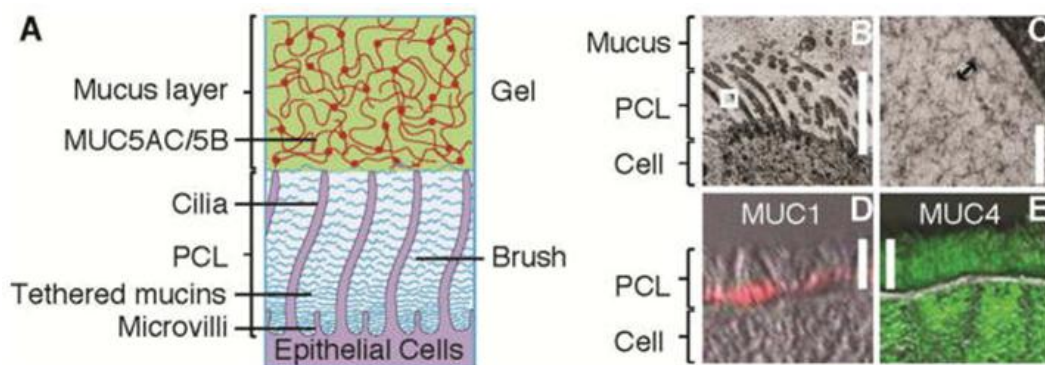


Fig 10 (Periciliary Brush Promotes the Lung Health by Separating the Mucus Layer from Airway Epithelia, Pubmed)

(A) Rappresentazione schematica del modello *Gel-on-Brush* dello strato peri-ciliare: macromolecole legate, come mucine legate alla membrana, formano la struttura a spazzola del PCL. (B,C) Evidenza morfologica del modello *Gel-on-Brush*.

Evidenze immunologiche mostrano la presenza di mucine legate sul tessuto delle vie aeree: (D) MUC1 (in rosso) è localizzate alla base del PCL; (E) MUC4 (in verde) si espande sull’intero PCL.

Quindi questa densa catena che occupa lo strato peri-ciliare stabilizza il sistema di clearance muco-ciliare dei due strati, controllando, tra la fase “sol” e quella “gel”, la distribuzione dell’acqua richiesta e necessaria affinché si verifichi questo processo

fisiologico. Per esempio, il modello Gel-on-brush prevede che lo strato di muco normale agisca come un serbatoio d'acqua nelle vie aeree, garantendo un'efficiente clearance, anche in quelle situazioni in cui si riscontri una situazione temporanea di disidratazione della superficie delle vie aeree. Se la superficie delle vie aeree dovesse essere eccessivamente disidratata, tanto da superare il modulo osmotico parziale dello strato mucoso ( $> k_0$ ), lo stesso strato di muco comprimerebbe il sistema a "rete" del PCL e le ciglia, rallenterebbero e eventualmente fermerebbero la clearance muco ciliare, come si osserva nella fibrosi cistica (FC). Il muco, che in questo modo risulterebbe statico, formerebbe un nido ideale per infiammazione e per le infezioni batteriche: situazioni tipiche che si riscontrano in malattie croniche polmonari.

L'aumento del modulo osmotico dello strato mucoso si può riflettere sia in una diminuzione del solvente (l'acqua) come nella FC, che in un aumento della secrezione delle mucine come per esempio nella malattia cronica ostruttiva polmonare (COPD). Quindi questo modello può spiegare la patogenesi di malattie delle vie aeree nell'uomo che presentano, come elementi in comune, una stasi del muco, uno stato di infiammazione e infezione.

#### **2.2.4 Ruolo funzionale del ciclo nasale<sup>(25)</sup>**

L'uomo, come tutti i mammiferi, è dotato di due vie nasali di passaggio che generalmente conducono in modo ripartito il flusso aereo; questo periodico cambio è conosciuto come *ciclo nasale*.

E' riportato che una parte della popolazione, che va dal 20-40% oltre l'80%, ha vissuto l'esperienza di un periodo di congestione/decongestione del tessuto erettile che si trova all'interno di entrambe le fosse nasali. Una fossa nasale presenta turbinati ingrossati che ostruiscono il passaggio aereo, mentre quelli dell'altra fossa hanno dimensioni ridotte. Il passaggio d'aria che non risulta ostruito viene definito 'pervio', mentre l'altro è chiamato 'congestionato'. Il ciclo nasale descrive come ogni narice si alterni in uno stato di passaggio libero piuttosto che congestionato per periodi che vanno da 1 a 7 ore. La durata del ciclo nasale è data da una combinazione di separati periodi ultradiani, di durata di 1-1 ½ ora e solitamente non viene notato perché la resistenza totale del flusso aereo nasale rimane invariata.

Attualmente, sulla base di recenti studi<sup>(22)</sup>, si è pensato che il ruolo funzionale del ciclo nasale sia quello di controllare l'equilibrio del calore e dell'acqua provenienti dall'ASL e che serva a permettere alle cellule e alle ghiandole, che si trovano lungo la parte congestionata, di riposare e ricaricarsi.

---

<sup>25</sup> David E White, Jim Bartley, and Roy J Nates. Model demonstrates functional purpose of the nasal cycle



Precedenti ricerche riguardo il ciclo nasale hanno scoperto che la velocità del trasporto mucociliare è maggiore nella cavità congestionata rispetto a quella pervia. Queste scoperte supportano i risultati di un modello computazionale che dimostra, per la prima volta, che la cavità pervia presenta una ricorrente e severa disidratazione dell'ASL durante l'inalazione, mentre l'ASL all'interno della cavità congestionata rimane sufficientemente idratato così da supportare il trasporto mucociliare.

La scoperta che una severa disidratazione dell'ASL, che causa una riduzione nel trasporto mucociliare, si verifichi solo all'interno della cavità pervia è una novità. Il corpo gestisce questo risultato negativo attraverso una periodica variazione della partizione di un maggiore volume d'aria nelle due cavità. Questo cambio nell'apporto del flusso aereo permette di dare inizio a un efficiente e sostenuto trasporto mucociliare in quella che prima era la cavità pervia. D'altra parte quella che precedentemente era la cavità congestionata, dopo aver avuto un periodo di riposo e ripresa e un'efficiente clearance mucociliare, può vivere l'esperienza della disidratazione dell'ASL e la risultante riduzione della clearance mucociliare, durante una nuova inalazione. Il cambio di status nel ciclo nasale limita anche il tempo di sopportazione di ogni via aerea delle condizioni di avversità create dall'essiccazione dell'ASL.

L'abilità di un efficiente trasporto che intrappola i patogeni e particelle inquinanti inalate richiede bassa velocità e sostenuta idratazione dell'ASL, mentre il ruolo di condizionamento d'aria richiede alta velocità per essere efficace. I risultati del modello dimostrano che la disidratazione ciclica dell'ASL si verifica nella cavità pervia durante l'inspirazione come risposta alle richieste di condizionamento di un grande volume d'aria.

Entrambe le funzioni di condizionamento e filtrazione sono prevalentemente effettuate all'interno della regione nasale anteriore e devono essere simultaneamente e continuamente effettuate al fine di mantenere la salute delle vie aeree. Il naso resiste a questo conflitto con la regolazione inter-nasale del grande volume d'aria, attraverso il ciclo nasale. Questo provoca che la precedente cavità pervia, stressata per aver espletato le funzioni di trasferimento di calore ed acqua e per aver sperimentato una severa disidratazione dell'ASL, si converta in congestionata.

### **2.2.5 Funzione di riscaldamento dell'aria**

Sulla mucosa nasale è presente un'alta concentrazione di vasi sanguigni che hanno un'organizzazione simile a quella di altri organi con proprietà erettili.

Un ruolo fondamentale è rivestito dalle variazioni del flusso ematico della mucosa delle fosse nasali, in particolare le modulazioni di riempimento e svuotamento dei sinusoidi venosi modificano la resistenza respiratoria nasali.

Sono proprio questi numerosi vasi sanguigni ad adempiere la funzione di riscaldamento

dell'aria inalata: infatti sono riforniti di un flusso maggiore di sangue quando si respira aria fredda e di un flusso minore quando si respira aria calda.

La funzione di riscaldamento è permessa dal contatto dell'aria inspirata con le mucose dei turbinati inferiori. Questo processo viene regolato dall'azione del sistema simpatico e parasimpatico che agiscono in maniera opposta e ciò dipende dalle correnti turbolente che si formano nel naso durante l'inspirazione.

Quindi indipendentemente dalla situazione esterna, dopo l'attraversamento delle strutture nasali, l'aria arriva in trachea alla temperatura di 37°.

### **2.2.6 Come l'aria si trasforma in acqua**

Un'altra funzione rilevante di questa mucosa è quella di umidificare l'aria inspirata essenzialmente per l'evaporazione dell'acqua presente nel muco stesso.

Questi processi risultano molto importanti affinché l'aria raggiunga gli alveoli polmonari con proprietà fisicochimiche favorevoli agli scambi gassosi.

Il sistema mucociliare riveste un ruolo preponderante nell'adempimento di queste funzioni, e il trasporto mucociliare stesso risulta essere un fenomeno fisiologico indispensabile al funzionamento respiratorio.

Un'alta percentuale (75%) di condizionamento dei gas respiratori avviene nel tratto aereo superiore.

L'umidità viene rilasciata all'aria inspirata grazie all'attività delle mucose che cedono una quota di vapore acqueo. Conseguentemente in questo processo vengono ceduti da 200 a 300 ml di acqua.

Successivamente, nel tratto aereo inferiore l'aria viene ulteriormente condizionata fino a raggiungere il punto di saturazione isoterma, ovvero lo stato di massima umidità possibile ad una data temperatura (equivalente al contenuto assoluto di umidità di 44mg di acqua per dm cubico di aria, alla temperatura di 37°C). Questa è la condizione corrispondente al 100% di umidità relativa, equilibrio necessario affinché solo aria satura di vapore acqueo raggiunga gli alveoli.

Il processo d'inspirazione comporta un momentaneo raffreddamento delle mucose nasali e ciò permette all'aria espirata proveniente dai polmoni (al 100% di umidità relativa a 37°C) di condensarsi sulle stesse membrane mucose e umidificarle nuovamente (funzione di salvadanaio).

### **2.2.7 Come l'acqua passa nei tessuti: funzione e lavoro delle acquaporine**

Le membrane cellulari presentano un doppio strato fosfolipidico che rappresenta una barriera quasi impenetrabile per le molecole polari come l'acqua.

Il passaggio dell'acqua però è necessario per assolvere a diverse funzioni come quella di solvente delle reazioni metaboliche, regolare il volume cellulare e la temperatura corporea, trasportare nutrienti e rimuovere scorie metaboliche.

A questo fine intervengono degli speciali canali proteici transmembranalici chiamati *acquaporine* che controllano il flusso dell'acqua dentro e fuori la cellula.

Le acquaporine, in inglese "*water channels*", sono una famiglia di proteine presenti anche in batteri, funghi, piante e animali. Regolano il passaggio dell'acqua, evitando che questo flusso si blocchi, accumulandosi.

La struttura di queste proteine è caratterizzata da 6 domini transmembrana, uniti da 5 anse, con entrambe le estremità amminoacidiche a contatto con il citoplasma. Presentano dei Loops B ed E che formano il poro in cui passa l'acqua. In questi loops sono contenuti due domini proteici, detti NPA dalle sigle che identificano gli amminoacidi che li compongono (Asparagina-Prolina-Alanina).

Questa organizzazione amminoacidica è importantissima al fine di evitare che una fila di molecole d'acqua trasferiscano protoni da un lato all'altro della membrana, dissipando il gradiente elettrochimico proprio dell'ambiente cellulare ed extracellulare. Ciò si riesce ad evitare impedendo alle molecole d'acqua nel poro di avere tutto lo stesso orientamento: a questo fine intervengono i due amminoacidi di asparagina legando la molecola d'acqua nella parte centrale e orientandola in un altro verso.

Queste proteine si assemblano in una struttura tetramericata in cui ogni monomero presenta una propria unità funzionale, dotata del proprio poro per il passaggio dell'acqua.

### **2.2.8 Funzione di filtraggio dell'aria**

Un primo filtraggio avviene nel vestibolo nasale per opera delle vibrisse (comunemente definite come *veli nasali*).

Il grosso della filtrazione avviene però a livello delle teste dei turbinati. Qui il 70-80% delle particelle con diametro da 3 a 5 micron (e quasi il 100% di quelle più grandi) resta bloccato ad opera delle ciglia vibratili. Queste si muovono con un ritmo variabile (da 150 a 1500 volte al 1') spostando verso l'esterno o l'interno (rinofaringe) il muco con i patogeni "intrappolati" per poterli rimuovere.

L'aria molto secca arresta il battito ciliare e così pure l'aria fredda (sotto i 12°). L'arresto del battito comporta la stasi del muco e quindi la facilità alle infezioni.

## CAPITOLO 3

### CAUSE E CONSEGUENZE DI UN'INADEGUATA FUNZIONALITA' NASALE

#### 3.1 Cause dell'Ostruzione Nasale

Per ostruzione nasale s'intende la condizione in cui il flusso aereo è limitato e/o impedito nel suo percorso in entrata e uscita, causando un'impossibilità di una respirazione corretta ed efficiente attraverso il naso stesso.

La difficoltà nel respirare bene con il naso interessa una grande parte della popolazione. Nell'adulto, le cause più frequenti che comportano ostruzione nasale sono rappresentate da deviazioni del setto e/o della piramide nasale, da ipertrofia dei turbinati (causata da riniti ipertrofiche), da sinusiti e poliposi nasali. Invece nei bambini la correlazione maggiore è con l'ipertrofia delle adenoidi e/o delle tonsille.

Sulla base di alcuni studi, una fascia di popolazione che va dal 65 all'80% presenta una deviazione del setto nasale tale da provocare un ostacolo al passaggio dell'aria in un quarto dei casi, mentre la rinite cronica ipertrofica, connessa sia a sindromi allergiche sia a sindromi reattive pseudo-allergiche, risulta coinvolgere circa il 40-50% della popolazione. Nel 2% della popolazione vi è una prevalenza della poliposi nasale. Le ostruzioni nasali possono però anche derivare da patologie infettive di naso e seni paranasali: riniti e sinusiti croniche, muco-purulente e iperplastiche.

Le infiammazioni di tipo infettivo si distinguono in acute, essenzialmente virali, e in croniche, di causa batterica, secondarie alla non guarigione delle flogosi acute.<sup>(26)</sup>

Invece le forme vasomotorie sono dovute all'alterazione della vasomotilità nasale, IgE – mediata in quelle allergiche, o dovuta a differenti tipi di cellule (eosinofili, mastociti, neutrofili) e mediatori chimici (adrenergici, colinergici, istaminergici) nelle forme non allergiche.<sup>(27)</sup>

Queste tipologie di infiammazioni sono accumulate dal meccanismo fisiopatologico di base: presentano una mucosa respiratoria con diffusa distribuzione sottomucosa di cellule immunoflogistiche che causano una flogosi iniziale, con ruolo protettivo, ma soggetta a stimoli che possono indurre l'iperreattività e quindi la consolidazione in uno stato patologico.<sup>(28)</sup>

---

<sup>26</sup> Brandzaeg P. Immunobarrriers of the mucosa of the upper respiratory and digestive pathways

<sup>27</sup> Skoner DP. Allergic rhinitis: definition, epidemiology, pathophysiology, detection and diagnosis.

<sup>28</sup> Ciprandi G, Buscaglia S, Pesce G, Pronzato C, Ricca V, Parmiani S, Bagnasco M, Canonica GW. Minimal persistent inflammation is present at mucosal level in patients with asymptomatic rhinitis and mite allergy

La salute dell'intero albero respiratorio dipende dal distretto rino-sinuso-faringo-timpanico che a sua volta dipende da un funzionamento fisiologico del naso.

Infatti, molti studi hanno rilevato una correlazione tra le patologie rino-sinusali e quelle bronchiali, definendole come quadri clinici consequenziali della sindrome rino-sino-bronchiale (S.R.S.B).<sup>(29)</sup>

Il distretto rino-sinuso-faringo-timpanico è sede di tre zone di notevole importanza per lo sviluppo di patologie delle vie aeree: il complesso ostio-meatale (COM), il recesso sfenoetmoidale (RSE) e il rinofaringe (RF).<sup>(30)</sup>

Il COM è il sito di drenaggio dei tre seni del sistema rino-sinusale anteriore (Fig.11) e nel RSE drena il sistema rino-sinusale posteriore (Fig 12). Il RF è la zona in cui si crea quello che viene definito *Post-Nasal-Drip*, ovvero uno scivolamento posteriore del muco verso la trachea e la laringe, causa di faringo-tracheo-bronchiti discendenti.

Questo spazio è implicato nella patogenesi delle otiti medie ed è la sede della tonsilla adenoidea (Fig 13).<sup>(31)</sup>



Fig.11 Complesso Ostio-meatale (COM)

<sup>29</sup> Bousquet J, Vignola AM, Demoly P. Links between rhinitis and asthma

<sup>30</sup> Wigand ME, et al. Endonasal sinus surgery with endoscopic control: from radical operation to rehabilitation of the mucosa

<sup>31</sup> Stammberger H. Nasal and paranasal sinus endoscopy. A diagnostic and surgical approach to recurrent sinusitis

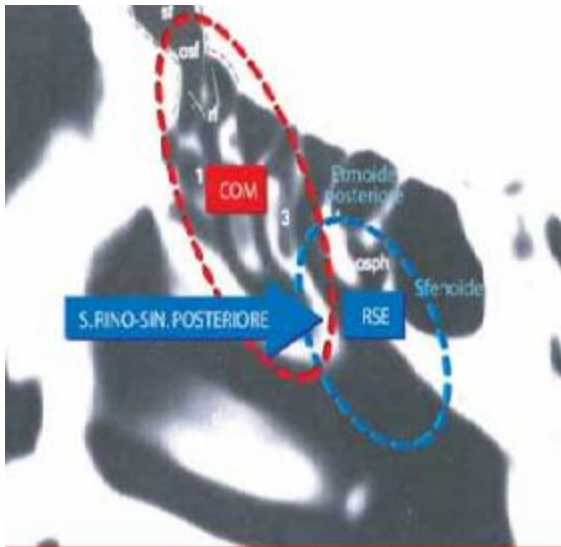


Fig 12 Recesso sfeno-etmoidale



Fig 13 Rinofaringe

Sulla base di uno studio di Coticchia *et al*<sup>(32)</sup> è stata dimostrata, nel rinofaringe del 95% di bambini affetti da infezioni ricorrenti delle vie aeree superiori, la presenza di biofilm batterico (modalità strategica di sopravvivenza dei batteri e prima causa delle infezioni

<sup>32</sup> Coticchia J, Zuliani G, Coleman C, et al. Biofilm surface area in the pediatric nasopharynx: Chronic rhinosinusitis vs obstructive sleep apnea

recidivanti).

Quindi la congestione nasale è la condizione iniziale delle flogosi rino-sinuso- faringee che in un primo momento favoriscono la sovrapposizione batterica e, in un secondo momento, l'instaurarsi del biofilm, con la capacità di rilasciare, ciclicamente, batteri in grado di colonizzare tutte le vie aeree.

Rispetto a quanto detto, la congestione di COM, RSE e RF vede nell'inflammazione (infettiva e/o allergica) della mucosa respiratoria l'origine della patologia caratterizzata da sintomi come ostruzione respiratoria nasale, rinorrea, congestione congiuntivale, iposmia, rinolalia chiusa, ipoacusia, prurito e starnutazioni.<sup>(33)</sup>

La condizione iniziale di ostruzione respiratoria nasale ha un'insorgenza lenta e graduale nel tempo tanto da palesarsi, agli occhi del paziente, solo alla comparsa di disturbi secondari a carico dei seni paranasali, delle vie aeree inferiori e dell'orecchio medio.

### **3.1.1 Deviazione del setto nasale e ipertrofia dei turbinati**

Il setto nasale è formato da cartilagine quadrangolare, lamina perpendicolare dell'etmoide e vomere. Nell'adulto, non risulta essere mai perfettamente rettilineo e mediano, ma è spesso caratterizzato da ispessimenti, curve e angolature.

Tali irregolarità possono essere dovute a motivi genetici, ma anche a cause secondarie. Tra queste nell'infanzia si evidenziano i vizi orali (uso protratto di ciucci e biberon, abitudine a succhiarsi il pollice) che comportano uno sviluppo anormale del palato, definito *ogivale* e che causa uno spostamento in una posizione più alta del pavimento del naso. Questa condizione determina un minor spazio per lo sviluppo del setto nasale, che tenderà ad incurvarsi in una posizione non mediana, determinandone una deviazione. Vi può essere anche un'origine traumatica alla base di una deviazione del setto, tra cui traumi da parto o traumi infantili.

A seguito di queste modificazioni strutturali, possono conseguire modificazioni anatomiche delle strutture circostanti. Infatti spesso si osserva una condizione di ipertrofia compensatoria dei turbinati controlaterali alla deviazione.

---

<sup>33</sup> Dykewicz MS. Rhinitis and sinusitis.

### 3.1.2 Le Riniti

La rinite consiste nell'infiammazione delle mucose nasali per causa batterica, virale, allergie, fattori ormonali o meccanici.

I sintomi più comuni sono: rinorrea, ovvero scolo nasale dovuto all'ipersecrezione di muco, sensazione di secrezione retro-nasale, percezione di naso chiuso e starnuti.

#### Rinite allergica

E' scatenata da allergie ai pollini di alcuni alberi in primavera, alle graminacee in estate, a diversi tipi di erbe in autunno. I sintomi più frequenti sono: sensazione di prurito al naso, starnuti, bruciori, sensazione di naso chiuso, idrorrea nasale (scolo di siero dal naso), tosse, cefalea, stanchezza, malessere generale e rallentamento cognitivo.

Vi possono essere anche sintomi associati agli occhi, come prurito oculare, congiuntivite, lacrimazione persistente e edema perioculare.

#### Rinite allergica perenne o aperiodica

E' causata da allergeni come acari, polveri, insetti e derivati epidermici animali (peli del cane, del gatto, piume). I sintomi sono simili a quelli delle forme stagionali, ma con durata annuale.

#### Rinite perenne non legata ad allergie documentabili (rinite eosinofila; NARES)

La malattia è legata a una reazione simil-allergica con incremento di eosinofili nelle secrezioni nasali. I sintomi sono analoghi a quelli delle altre forme.

#### Rinite vasomotoria (iperreattività nasale aspecifica)

Vi è una reazione anomala al caldo e al freddo, alle variazioni di umidità, al fumo di sigaretta e a stimoli emozionali. Questi stimoli non allergici comportano una dilatazione dei vasi sanguigni all'interno dei tessuti del naso, con conseguente vasodilatazione, edema locale e rinorrea. La congestione nasale, iposmia e post-nasal drip sono i sintomi principali.

#### Riniti infettive

Esistono le forme virali (quelle da raffreddore comune e dovute a *rhinovirus*, virus influenzali e para-influenzali) e forme batteriche (rappresenta una complicazione di un comune raffreddore virale che può perdurare per oltre un mese e evolvere in sinusite acuta o cronica).

#### Rinite farmacologica, o rinopatia iatrogena

E' una rinite secondaria all'uso continuato di spray o gocce nasali decongestionanti che contengono vasocostrittori. Infatti, l'utilizzo reiterato oltre gli 8-10 giorni comporta l'attivazione di un fenomeno di tipo tossico che causa un'ipertrofia dei turbinati.

Ostruzione respiratoria nasale, mucorrea, cefalea e iposmia sono i principali sintomi.



### 3.1.3 Sinusiti

Per sinusite si intende uno stato di infiammazione dei seni paranasali, cavità aeree che si trovano all'interno dello scheletro del cranio e sono in comunicazione con le cavità nasali, mediante un complesso sistema di piccoli canali ossei.

Qualora questo sistema di comunicazione non dovesse più funzionare efficacemente, si verrebbe a creare una situazione in cui la corretta ventilazione non sarebbe più possibile e il drenaggio del muco, prodotto all'interno di questi seni, risulterebbe limitato o alle volte bloccato, così da causare un ristagno e uno stato di infiammazione.

Le cause possono essere varie. Vi può essere una propagazione dell'infezione dalle fosse nasali ai seni paranasali; ciò accade qualora siano in corso situazioni come infezioni nasali, allergie, deviazione del setto nasale, ipertrofia dei turbinati, penetrazione di sostanze estranee nei seni.

La trasmissione dei germi ai seni paranasali può avvenire anche attraverso il sangue nel corso di malattie infettive (rinite, influenza, morbillo, varicella), in seguito a cause odontogene (come estrazioni dentarie, devitalizzazione, implantologia) o come conseguenza di traumatismi del massiccio facciale in cui avviene un versamento di sangue nelle cavità sinusali che in seguito s'infetta.

Dipendentemente dalla durata dell'infezione vi possono essere: forme acute con gravi dolori al cranio, blocco nasale con scolo di muco purulento e febbre e forme croniche che causano una sensazione di raffreddore perenne, limite nella respirazione e nella percezione degli odori con dolori al cranio in sede sotto-orbitaria (nelle sinusiti mascellari), alla radice del naso (nelle sinusiti etmoidali), in zona frontale (nelle sinusiti frontali) e dietro gli occhi e al vertice del capo (nelle forme sfenoidali).

### 3.1.4 Ipertrofia delle Adenoidi

Le adenoidi fanno parte del complesso del tessuto linfatico che va sotto il nome di *tonsille*: tonsille palatine, tonsille linguali e tonsille faringee (chiamate anche *adenoidi*). Queste si trovano nel rinofaringe e costituiscono una delle parti più importanti del sistema difensivo immunitario delle prime vie aeree.

Le adenoidi, come anche le altre tonsille palatine, possono andare incontro a infezioni acute o croniche causate da virus e batteri; qualora però le adenoidi dovessero infiammarsi eccessivamente potrebbero causare un'ostruzione nasale anche completa.

Per iperplasia adenoidea si intende un aumento anomalo nelle dimensioni di questo tessuto linfatico. Questo è un fenomeno che interessa soprattutto i bambini di età compresa tra i 4 e i 6 anni.

Gli episodi recidivanti di adenoiditi possono causare infezioni ripetute dell'orecchio, gravi

disturbi del sonno, anomalie dentarie, arresti o ritardi nell'accrescimento corporeo, reumatismo articolare acuto, glomerulonefrite.

Le adenoidi vanno incontro ad atrofia verso i 12-14 anni di età ma, grazie all'avvento e all'utilizzo di fibre ottiche, non è raro ormai riscontrare anche negli adulti ciò che viene definito *residuo adenoideo*, ovvero la presenza di questo tessuto linfatico ancora attivo e alle volte in stato d'inflammazione.

### **3.1.5 Le Poliposi Nasali**

I polipi nasali sono escrescenze della mucosa del naso. Colpiscono circa il 2-4% della popolazione. Generalmente questa problematica si manifesta dopo i 20 anni di età e diventa più frequente oltre i 40 anni.

E' probabile che le condizioni d'inflammazione locale persistente abbiano un ruolo importante nella patogenesi dei polipi nasali.

I sintomi principali sono l'inflammazione della mucosa del naso con secrezione di muco, l'ostruzione progressiva di una o entrambe le narici (dipendentemente dalle dimensioni e dalla sede di sviluppo dei polipi), la diminuzione significativa dell'olfatto e riduzione del senso del gusto.

Altri sintomi che possono presentarsi sono: cefalea tensiva in zona frontale causata dal ristagno di muco nei seni paranasali, modificazioni del timbro della voce, russamento.

## **3.2 Conseguenze di un'inadeguata funzionalità nasale, con prevalente respirazione orale**

Per respirazione orale s'intende una situazione atipica in cui la funzione respiratoria è svolta tramite il passaggio dell'aria attraverso la bocca. Possono esserci anche forme miste di respirazione parziale dalla bocca.

La respirazione fisiologica a riposo si manifesta attraverso l'utilizzo del naso, con le labbra chiuse senza sforzo e la parte anteriore del dorso della lingua appoggiata sullo spot del palato.

La respirazione orale comporta vari svantaggi come l'impossibilità di umidificare l'aria che si respira, di filtrarla, di riscaldarla e di miscelarla con l'ossido nitrico (NO). Queste circostanze impediscono ai polmoni di fornire la massima ossigenazione e se protratte nel tempo potrebbero avere conseguenze negative sul sistema cardiovascolare e sulle cellule

stesse (private della giusta quantità di ossigeno).

È complicato individuare in modo inequivocabile il nesso causa-effetto tra modello respiratorio, sviluppo di patologie delle vie aeree e alterazioni craniofacciali, perché nessun soggetto, anche se perfettamente sano, presenta una respirazione completamente orale o completamente nasale; quindi il ruolo di questo singolo fattore di rischio deve essere indagato per ogni singolo soggetto.

Si definisce respiratore orale un bambino che respira l'80% del tempo attraverso la cavità orale, respiratore nasale se almeno l'80% del tempo respira attraverso la cavità nasale, e misto se si riscontra un valore intermedio. Da studi epidemiologici si stima che il 10-15% dei bambini siano respiratori orali conclamati, con picchi maggiori nei periodi dell'anno in cui le allergie stagionali si riacutizzano.

### **3.2.1 Squilibrio Muscolare Orofaciale (SMOF)**

Per parlare di squilibrio è utile prima specificare cosa indichi la situazione di *Equilibrio Muscolare Orofaciale*. Con questi termini ci si riferisce a una condizione fisiologica di normale forza muscolare orofacciale attivata durante un atto di deglutizione.

Questo complesso di forze è paragonato a un triangolo in cui il punto A corrisponde ai muscoli masseteri e buccinatori che si spostano lateralmente verso i denti, il punto B corrisponde invece con la lingua, muscolo fondamentale in questo campo di forze che è diretto contro la parte di palato duro che può sostenere un'enorme quantità di pressione anteriore; il punto C indica il muscolo mentoniero che rimane inattivo. (Fig 14)

Le ossa originano dai tessuti molli (muscoli, fasce connettivali, ecc) che ne condizionano la forma, la disposizione e di conseguenza la funzione.

Anche la dentizione viene continuamente raggruppata e guidata in piani di funzione da parte dei muscoli orofacciali.

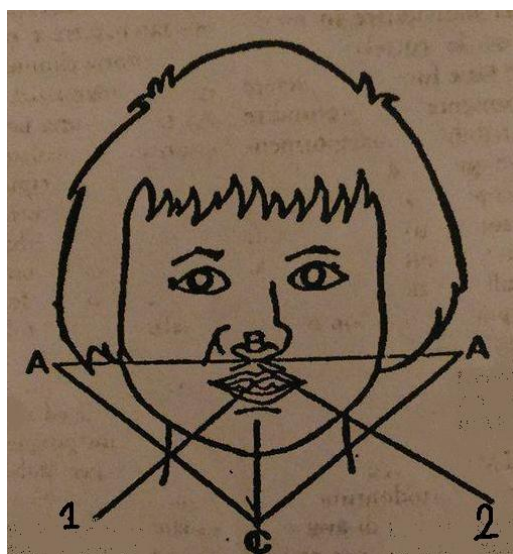


Fig 14 Triangolo di Forza Muscolare. (Deglutologia, AA.VV. ed. Omega)

(A) Muscoli massetere e buccinatore esercitano una forza laterale. (B2) La lingua esercita una forza contro la mucosa della papilla retroincisiva. (1) Muscolo orbicolare esercita una forza posteriore contro i denti anteriori-superiori. (C) Il muscolo mentoniero è passivo durante l'atto della deglutizione.

Per Squilibrio Muscolare Orofacciale si intende uno stato di alterazione di una o più funzioni orali (deglutizione, respirazione, masticazione, articolazione del linguaggio).

Vi sono varie cause che possono determinare l'instaurarsi di questo squilibrio come malocclusioni dentali, posizione scorretta della lingua a riposo, patrimonio genetico, esiti dei *vizi orali* e respirazione orale (di cui saranno descritte le conseguenze).

Le cause appena citate possono in realtà considerarsi come concause che influenzano, vicendevolmente, il loro stesso stabilizzarsi e radicarsi nell'individuo.

Un respiratore orale che utilizza prevalentemente questo tipo di respirazione per abitudine o per effettiva ostruzione nasale (di qualsiasi causa essa sia) presenterà di conseguenza, una modificazione del normale processo di sviluppo e crescita dei mascellari.

Infatti, la respirazione nasale fisiologicamente sollecita e favorisce l'azione dei muscoli perinasali e periorali con positivi effetti sulla crescita periostale dei mascellari, soprattutto a livello premaxillare; conseguentemente se l'aria non passa dal naso, i seni mascellari si sviluppano meno e con essi anche le altre ossa facciali.

Questo tipo di respirazione atipica inoltre comporta una postura linguale a riposo scorretta: essendo il cavo orale sempre aperto per permettere il passaggio dell'aria, la lingua sarà indotta a collocarsi sul pavimento della bocca stimolando eccessivamente la crescita della

mandibola e non quella fisiologica del mascellare superiore.<sup>(34)</sup>

In queste circostanze, a livello orale si presenta iperemia e ipertrofia gengivale, maggior rischio di carie, riduzione del diametro trasverso dell'arcata dentale superiore (ovvero il *palato ogivale*), possibilità di morsi crociati mono e bilaterali e retroinclinazione degli incisivi centrali superiori ed inferiori.

E' stato dimostrato (da Case, nel 1894) che il morso aperto secondario a respirazione orale spinge la mandibola verso il basso, trattenuta poi in questa posizione dai muscoli ioidei. Inoltre, altri diversi studi hanno confermato l'attuarsi di una postura più bassa e più indietro della lingua e dell'osso ioide e che un'ostruzione cronica nasale conduca ad una variazione di circa 5° nell'angolo cranio-vertebrale.

Nel 1960 è stato dimostrato da Linder-Aronson come la respirazione orale sia associata ad affollamento dentario e a una tipologia facciale lunga e stretta.

Qualora l'impossibilità di un'adeguata respirazione orale sia dovuta a un'ipertrofia adenoidea, si verrà a creare una situazione d'ingombro per la parte posteriore della lingua, costretta ad assumere una posizione più avanzata sia a riposo sia durante la funzione.

Caratteristica principale dei respiratori orali cronici è la *facies adenoidea*: un viso allungato e stretto con tendenza al retrognatismo mascellare e mandibolare, narici strette, labbro superiore ipotonico, muscolo mentoniero ipertonico, postura linguale bassa, labbra incompetenti e occhiaie causate da stasi venosa, provocata da congestione delle fosse nasali. (Fig. 15)

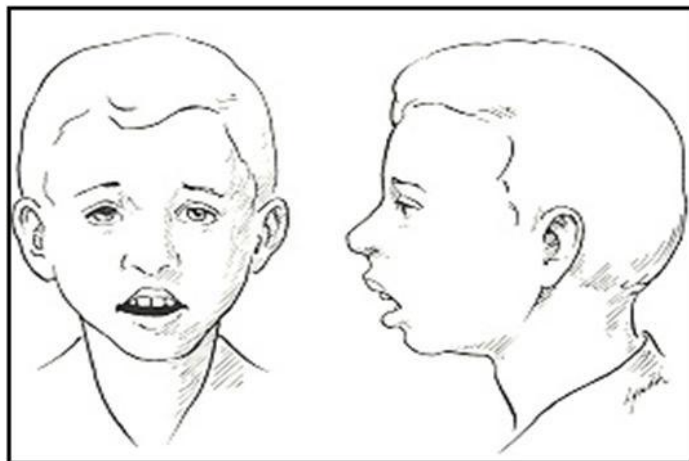


Fig. 15 *Facies Adenoidea* (<http://www.superrinoplastica.com/otologia.it>)

<sup>34</sup> The effect of mouth breathing versus nasal breathing on dentofacial and craniofacial development in orthodontic patients. Harari D , Redlich M, Miri S, Hamud T, Gross M

### 3.2.2 Problematiche Posturali

Con il termine Postura s'intende l'atteggiamento abituale di una persona, determinato dalla contrazione di gruppi di muscoli scheletrici che si oppongono alla gravità e dal modo con il quale l'individuo comunica con l'ambiente esterno. La postura è l'adattamento personalizzato di ogni individuo all'ambiente fisico, psichico ed emozionale.<sup>(35)</sup>

Durante la ventilazione fisiologica viene attivata solo l'azione del diaframma e dei muscoli intercostali esterni, mentre con l'utilizzo di una respirazione orale la postura del soggetto appare mutata a livello della testa, della colonna vertebrale, delle labbra e della lingua. Infatti in questi casi si attiva l'utilizzo della muscolatura accessoria non fisiologica, tendendo ad assumere una postura definita "a Gallinaccio". Tale atteggiamento posturale è causato dalla necessità, da parte del soggetto con ostruzione nasale, di voler respirare maggiormente e più facilmente comportando l'attivazione di un feed-back protettivo che induce un'iperestensione della testa con dilatazione delle vie aeree superiori.

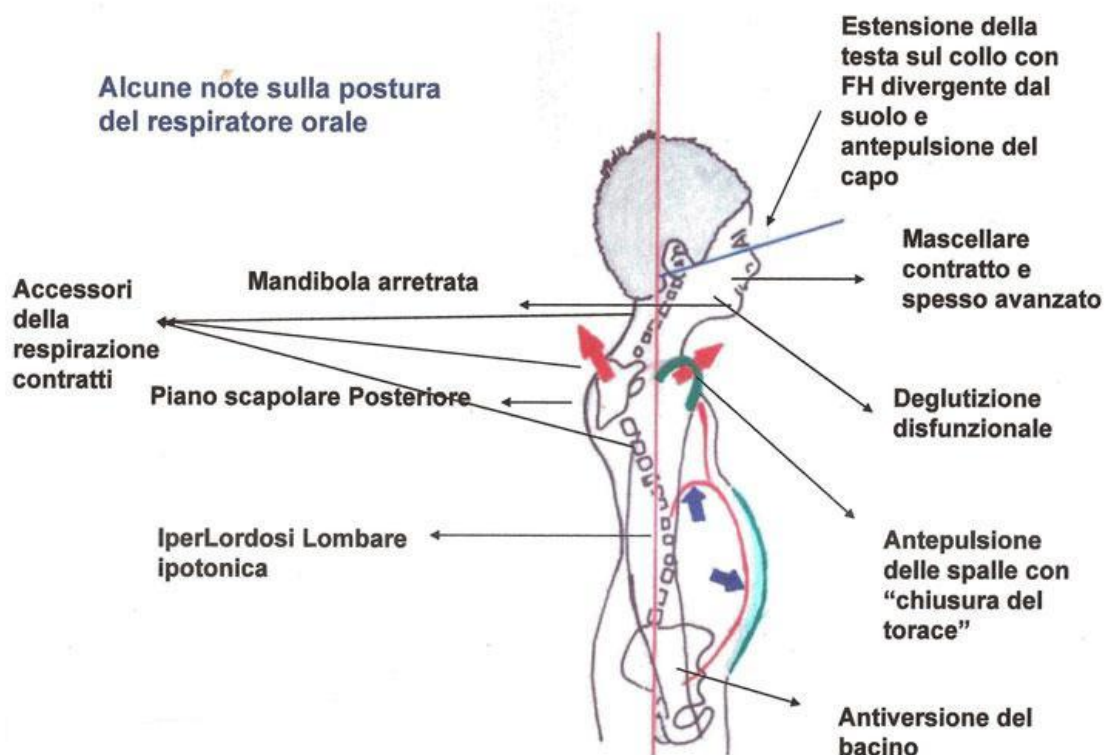


Fig.16 Postura e Respirazione orale (<http://www.nuovadentale.net>)

<sup>35</sup> Definizione di Postura, Enciclopedia Treccani

L'iperestensione cefalica comporta iperlordosi cervicale e da qui l'ipotesi dello stiramento dei tessuti molli: vettori di forza che agiscono sullo scheletro e, se perpetuati nel tempo, conducono a modificazioni morfologiche da cui deriva una conseguente ostruzione dello spazio naso-faringeo.

Viene così attivato un feed-back neuro-muscolare che porta a variazioni posturali cefaliche con stiramento dei tessuti molli e quindi con ulteriori vettori che agiscono sullo scheletro, instaurando un circolo vizioso.

Quest'iperestensione ha ripercussioni sulla postura cranica, cervicale e generale.

Il cranio di un adulto ha un peso elevato e questa sua posizione atipica, fuori asse, comporta fatica e l'assunzione di una postura compensatoria d'iperlordosi lombare con bacino fuori asse ma all'indietro, causando un disallineamento delle anche ma anche un aiuto al mantenimento dell'equilibrio della testa.

Inoltre la gabbia toracica appare poco sviluppata, il torace appiattito, lo sterno carenato, le scapole alate e la colonna vertebrale cifotica. (Fig 16)

### 3.2.3 Disfunzione tubarica e otiti

Le Tube di Eustachio, canali di 36 mm negli adulti e 15 mm nei bambini (Fig 17) mettono in comunicazione la cavità della cassa del timpano con il cavo rino-faringeo e svolgono un triplice ruolo di ventilazione, difesa e drenaggio nei confronti dell'orecchio medio.

Questi canali sono stabilmente chiusi, per aprirsi temporaneamente tramite due tipi di meccanismi, uno passivo e uno attivo. Si aprono attivamente in concomitanza di atti fisiologici quali la deglutizione e lo sbadiglio, si aprono passivamente tramite la manovra di Valsava e durante l'eruttazione, la tosse e lo starnuto. In seguito si richiudono grazie a un meccanismo di decontrazione muscolare, all'elasticità della porzione cartilaginea della tuba stessa e per effetto della tensione superficiale del muco.

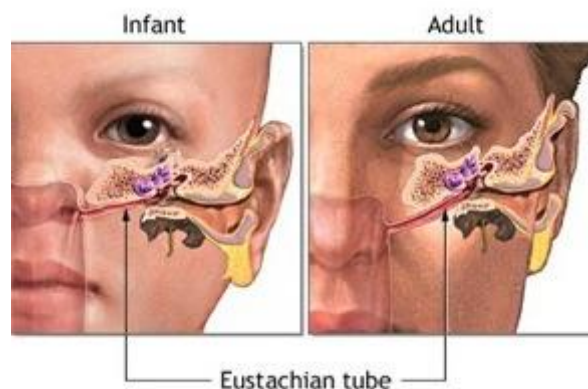


Fig. 17 Tuba d'Eustachio (<http://www.alessandrovalieri.it>)

Qualora vi sia una condizione di ostruzione nasale, temporanea o cronica, ci sarebbe di conseguenza un cambiamento di modalità respiratoria da nasale a orale. Questa condizione, se diventa abitudinaria soprattutto nei bambini, comporterebbe l'instaurarsi di un'incoordinazione neuromuscolare tale da variare anche il fisiologico processo deglutitorio.

Infatti la corretta deglutizione avviene con i denti a contatto, le labbra chiuse e la lingua che spinge contro il palato. Quest'atto fisiologico permette di attivare il muscolo tensore del velo palatino che, collegato alla cartilagine faringotimpanica, stira in avanti la cartilagine stessa favorendo l'apertura e chiusura della tuba di Eustachio. A ciò contribuisce anche il lavoro dei muscoli masseteri che consentono un adeguato contatto tra i denti e un'efficiente chiusura delle labbra, condizione necessaria affinché avvenga il mantenimento di una corretta pressione interna dell'orecchio medio.

Se questo processo diventa atipico, come succede nei respiratori orali che mantengono in modo preponderante labbra aperte e denti non a contatto, i muscoli massetere e tensore del velo palatino saranno in condizioni di ridotta efficienza, causando problematiche al fisiologico processo di apertura e chiusura della tuba.

Un'altra causa di impedimento meccanico di giusta chiusura e apertura della tuba è rappresentata dall'ipertrofia adenoidea che agevola, maggiormente, la diffusione del processo infettivo fino all'orecchio medio.

La disfunzione tubarica, così instauratasi, è uno dei fattori eziologici delle diverse otopatie (otite media sierosa, OMA recidivante, atelectasia timpanica, timpano sclerosi, otite cronica perforata).

Le otiti, se diventano recidivanti, possono causare diverse problematiche come ipoacusia, acufeni, otalgia e, in un'ottica più generale anche problematiche di acquisizione del linguaggio orale come disturbi articolatori che poi possono manifestarsi e aggravarsi in disturbi di apprendimento e turbe comportamentali (bambino che appare disattento).

### **3.2.4 OSAS (*Obstructive Sleep Apnea Syndrome*)**

Durante il sonno, fenomeno naturale e biologico, si verifica una perdita di coscienza e la riduzione parziale del funzionamento dei centri nervosi e di conseguenza una diminuzione delle varie funzioni organiche come la circolazione, la respirazione e il metabolismo. Il sonno rappresenta un'importante funzione corporea, contributo essenziale al mantenimento dell'equilibrio psico-fisico.

Il 5% della popolazione soffre di apnea notturna di tipo ostruttivo, forma più frequente di disturbo respiratorio del sonno, caratterizzata dal collasso delle vie aeree superiori e ciclici



episodi di chiusura parziale dell'ipofaringe con successivi sforzi inspiratori attuati per riaprire il passaggio dell'aria.

L'incidenza maggiore di questo disturbo si ha nelle persone che durante il sonno soffrono di roncopatia, che sono in sovrappeso, con pressione sanguigna elevata e soprattutto che presentano anomalie fisiche a livello del naso e/o della gola.

Infatti, l'impedimento di passaggio di aria nel naso dovuto a ostruzione nasale (per esempio per ipertrofia adenoidica) comporta l'utilizzo necessario della bocca per respirare e questo ha conseguenze sulla strutturazione delle ossa del cranio (palato ogivale, morsi crociati, retrognatismo, postura scorretta della lingua a riposo etc.).

Ne consegue una minore ampiezza mandibolare e quindi uno spostamento in senso posteriore della lingua, che si addossa sulle tonsille e verso la parete posteriore della faringe, contribuendo così al collasso delle vie aeree.

La situazione diventa più grave quando si aggiungono anche condizioni di sovrappeso e di obesità che concorrono a limitare il passaggio dell'aria nelle vie aeree superiori.

### 3.2.5 Deficit di Apprendimento

Diverse evidenze cliniche hanno dimostrato che sia più probabile che i respiratori orali abbiano difficoltà di apprendimento, rispetto ai respiratori nasali.<sup>(36)</sup>

In uno studio è stata realizzata una ricerca sulle competenze di working memory, comprensione del testo e abilità matematiche sia in bambini respiratori orali che in bambini respiratori nasali.

Tutti i partecipanti sono stati sottoposti a colloquio clinico, esame audiometrico, valutazione otorinolaringoiatrica, valutazione cognitiva della working memory fonologica (numeri e pseudoparole), della comprensione del testo e delle abilità aritmetiche.

I risultati mostrano che i bambini respiratori orali, rispetto al gruppo controllo, abbiano delle performance peggiori in comprensione del testo ( $p=0.006$ ), abilità aritmetiche ( $p=0.025$ ) e working memory per le pseudoparole ( $p=0.002$ ), ma non per i numeri ( $p=0.76$ ).

Quindi si può concludere che i bambini che respirano con la bocca abbiano risultati accademici più bassi e una più carente working memory fonologica, rispetto al gruppo controllo.<sup>(37)</sup>

---

<sup>36</sup> Influence of the breathing pattern on the learning process: a systematic review of literature. Ribeiro GC , Dos Santos ID , Santos AC , Paranhos LR , César CP

<sup>37</sup> Deficits in working memory, reading comprehension and arithmetic skills in children with mouth breathing syndrome: analytical crosssectional study. Kuroishi RC , Garcia RB , Valera FC , Anselmo-Lima WT , Fukuda MT

## CAPITOLO 4

### CORRELAZIONE TRA RESPIRAZIONE NASALE E VOCE: INTERVENTI CLINICI PER MIGLIORARE LA PERVIETÀ NASALE E L'IDRATAZIONE CORDALE

#### 4.1 Tecniche inalatorie e Lavaggi nasali

E' importante che si mantenga sempre una fisiologica ventilazione nasale che, alle volte, può essere limitata e impedita da eventi infiammatori acuti o cronici. Per ristabilirne la funzione, risultano validi i protocolli di idroterapia nasale.

##### 4.1.1 Inalazione

Tecnica mediante la quale s'introducono nelle vie respiratorie, a scopo medicamentoso, sostanze gassose, liquide o soluzioni di sostanze solide, finemente polverizzate. L'inalazione di liquidi e di soluzioni medicamentose viene effettuata attraverso l'utilizzo di opportuni accorgimenti che ne permettano l'ingresso nelle vie respiratorie. Così, le sostanze liquide possono essere introdotte nelle vie aeree mediante un trattamento consistente nel farle veicolare da una corrente di vapore d'acqua (inalazioni a vapore), oppure per mezzo di sistemi che le frammentino in minutissime particelle (in tal caso si parla di polverizzazione o nebulizzazione).

Le inalazioni possono distinguersi in umide e secche. Le inalazioni secche sono costituite da sostanze medicamentose polverizzate in particelle finissime, in cui non resta traccia apprezzabile del solvente (dette comunemente anche polverizzazioni secche). Le inalazioni umide sono costituite da liquidi medicamentosi, finemente suddivisi in gocce così piccole da formare come una nebbia sospesa nell'aria (si dicono anche polverizzazioni umide).<sup>(38)</sup>

I device inalatori, ovvero i dispositivi che si utilizzano per l'inalazione, si differenziano tra loro per il diametro (DAMM: Diametro Aerodinamico Medico di Massa) che imprimono alla particelle nebulizzate. Nel 2000 la *European Respiratory Society* ha istituito la terapia inalatoria distrettuale<sup>(39)</sup> stabilendo per le vie aeree superiori device endonasali con DAMM superiore ai 10 micron, e per le vie aeree inferiori device rino-oro-buccali con

<sup>38</sup> Enciclopedia Medica Italiana, Volume 7. Pag 1701

<sup>39</sup> Diot P, Bonfil P, Faurisson F, et al. Proposed guidelines for aerosol therapy by means of nebulizers in France

DAMM inferiore ai 5 micron.



Fig.18 Esempio di inalazione umida

#### 4.1.2 Tecniche Inalatorie

Le tecniche inalatorie sono state sviluppate per sfruttare al meglio l'utilizzo delle acque termali indirizzandole lungo le vie aeree superiori e arrivando fino alle vie aeree inferiori, mediante alcune tecniche.

Quest'approccio terapeutico viene definito crenoterapia inalatoria essendo l'inalazione stessa la via di somministrazione più diretta ed efficace per le mucose delle vie aeree superiori ed inferiori. Relativamente alle acque termali, la valenza di questo trattamento è relazionata allo sfruttamento dell'azioni biologiche degli oligoelementi, contenuti nelle acque stesse, e alle azioni aspecifiche come un importante apporto idrico che sappiamo essere protagonista del processo di idratazione locale e generale ai fini della produzione vocale.

Le tecniche inalatorie più sfruttate per la crenoterapia delle vie aeree superiori sono le seguenti:

- Inalazioni a getto diretto

I componenti principali della cura risultano essere acqua minerale "fluente" e vapore acqueo saturo da 0,6 a 2,2 atmosfere. Il paziente inala una nebbia calda (maggiore di 40°) costituita da particelle di grandi dimensioni (5-12 micron) che esplicano il loro effetto idratante, antispastico e detergente sulle alte vie aeree e sui grossi bronchi.

- Aerosol-humages  
 Tecnica inalatoria che può essere effettuata con diversi strumenti che si differenziano per le dimensioni delle particelle prodotte. Si utilizza l'acqua minerale fluente alla temperatura della sorgente e l'aria compressa. Il paziente inala solo la parte più minuta dell'aerosol a una temperatura di circa 30°, mentre la parte più grossolana viene scartata. Con l'utilizzo della mascherina, vi sarà il passaggio delle particelle dalle più grandi alle più piccole, mentre con l'utilizzo della forcina nasale si ottiene il passaggio di quelle più ridotte, in grado di raggiungere anche le piccole vie aeree. Nel processo di aerosolizzazione delle acque sulfuree si realizza la liberazione di notevoli quantità di gas.
- Rinoaerosol termico  
 Metodica inalatoria simile all'aerosol-humage, ma con alcune particolarità come la temperatura alla quale viene erogata l'acqua (35-36°), la ridotta liberazione di idrogeno solforato, le maggiori dimensioni delle particella aerosolizzate. E' una tecnica indicata nel trattamento delle alte vie aeree in soggetti che presentano iperreattività delle mucose.
- Inalazione in ambiente o humage collettivo  
 Si caratterizza per la fuoriuscita di acqua termale fredda da fori calibrati posti sulla parte superiore di una fontanella, scendendo poi su contenitori sottostanti. Così si realizza una maggiore superficie di contatto tra acqua e aria, facilitando la ripartizione dei gas disciolti che riescono a diffondere copiosamente nell'ambiente.
- Nebulizzazione ultrasonica in ambiente  
 Terapia costituita da acqua termale fredda e aria compressa. In questo modo si forma una miscela caratterizzata dalla presenza di particelle di un diametro inferiore ai 3 micron, in grado di raggiungere le piccole vie aeree. Grazie all'abbondanza del suo contenuto idrico, riveste un ruolo importante nell'azione d'idratazione e di fluidificazione del muco a livello del piano glottico e delle cavità sottostanti.
- Doccia nasale micronizzata  
 Questa metodica inalatoria individuale è particolarmente indicata nel trattamento delle patologie delle fosse nasali e dei seni paranasali. Rientra tra le terapie termali frequentemente consigliate anche per i disturbi della voce. Quindi risulta utile nei casi in cui sia necessaria un'azione detergente e idratante come nelle forme di iperreattività delle mucose respiratorie.

### 4.1.3 Lavaggi nasali e loro effetti

Le irrigazioni nasali risultano essere una metodica fortemente efficace nel trattamento di numerose patologie nasosinusali. Sulla base della letteratura medica, non si riscontra un consenso univoco sul metodo da utilizzare per l'irrigazione, però si ritiene che sia preferibile un'irrigazione a pressione positiva o la nebulizzazione.

Il lavaggio nasale può ripristinare la funzionalità della mucosa, restituendole la sua funzione depuratrice, umidificante e immunitaria. Se ne consiglia l'utilizzo per ottenere una buona pulizia del naso, per il benessere, la cura e la prevenzione delle prime vie respiratorie, poiché uno stato di salute di queste apporta un miglioramento della qualità di vita e preserva i bronchi e la funzionalità polmonare da patologie discendenti.

La tecnica che è stata utilizzata in questo progetto ha il vantaggio di apportare un effetto meccanico di pulizia della mucosa nasale, rimuovendo gli allergeni, batteri, virus e impurità dell'aria. Inoltre, durante un processo infiammatorio, l'effetto meccanico favorisce e accelera la guarigione. Gli effetti non sono solo di tipo meccanico, ma anche chimico, agendo direttamente sul biofilm. Il biofilm è una barriera polimerica inaccessibile agli antibiotici. Le soluzioni saline contenute nei lavaggi sottraggono acqua a questa barriera, provocandone l'indebolimento e la rottura della struttura, facilitandone la rimozione meccanica.

Oltre a ciò, questa risulta essere una metodica che stimola e promuove il trasporto mucociliare, attraverso il quale si convoglia la grande quantità di muco, prodotta quotidianamente dalla mucosa del naso e dai seni paranasali, verso la gola per favorirne l'eliminazione tramite le vie digestive. Quindi i lavaggi nasali risultano particolarmente utili qualora vi sia un'infezione in corso o un'attività allergica, poiché in queste situazioni il trasporto mucociliare si riduce in modo importante, favorendo così il ristagno del muco e lo sviluppo di un'infezione.

I vantaggi clinici, riscontrati dall'utilizzo dei lavaggi nasali, riguardano soprattutto le situazioni di rinite allergica, sinusite cronica e acuta, rinite acuta, e nel postoperatorio. Nello specifico in caso di rinite allergica, gli effetti sono quelli di detergere tempestivamente la mucosa nasale dalla presenza di pollini e elementi inalati, riducendo il carico di allergeni che sono causa della tipica sintomatologia del paziente allergico. Inoltre, i lavaggi nasali permettono di ripristinare la funzione riguardante l'umidificazione dell'aria (funzione che risulta compromessa nelle situazioni di eccessiva presenza di muco) e permettono di ammorbidire le croste presenti nella cavità nasale e che impediscono ulteriormente il libero passaggio del flusso aereo.

In pazienti con rinite acuta, l'utilizzo di questa pratica riduce la durata dell'infezione e ne previene la cronicizzazione; invece, nelle forme croniche comporta un miglioramento nell'espulsione dei germi presenti nel muco e facilita il drenaggio dei seni paranasali. Anche nei casi di rinopatie professionali (che coinvolgono soprattutto operatori ecologici, falegnami, muratori, carrozzieri e altre categorie) la pratica dei lavaggi nasali è fortemente

consigliata. Successive indicazioni di utilizzo dei lavaggi nasali si hanno nelle patologie pediatriche (per ridurre il tempo di esposizione all'agente infettivo e prevenendone le complicanze), in caso di patologie croniche (per esempio asma, bronchite cronica, fibrosi cistica) e nell'ambito delle terapie coadiuvanti (come nel post-operatorio d'interventi di setto plastica, di riduzione volumetrica dei turbinati e di asportazione dei polipi nasali). Infine, i lavaggi nasali risultano molto utili anche nel ridurre l'edema della mucosa nasale e nel drenare le secrezioni mucose nei pazienti con la sindrome delle apnee ostruttive nel sonno (OSAS).

#### **4.1.4 Distribuzione tramite spray di una soluzione liquida introdotta nelle cavità nasali.**

La somministrazione di medicinale per via nasale offre una valida opzione terapeutica per alcune patologie locali e sistemiche e risulta utile per arrivare in quelle zone coinvolte nei processi infiammatori acuti o cronici, come per esempio il complesso ostio-meatale e la Tuba di Eustachio. Inoltre, è fondamentale conoscere la distribuzione di un farmaco all'interno delle fosse nasali, per poterne valutare i possibili effetti secondari a livello di zone sensibili come nell'epitelio olfattivo.

Diversi studi hanno valutato la distribuzione intranasale, utilizzando diversi modi di somministrazione e tipi di farmaci <sup>(40,41,42,43,44)</sup>.

La somministrazione intranasale di un medicamento è un metodo accettato e in continuo sviluppo. Il ricco plesso vascolare della mucosa nasale facilita un'effettiva somministrazione del farmaco.

Differentemente dalla via orale, la somministrazione per via topica nasale assicura un rapido passaggio nel torrente ematico, consentendo una rapida biodisponibilità del farmaco. Infatti, i farmaci assunti per via nasale sono assorbiti direttamente dal flusso sanguigno del plesso vascolare dei turbinati medi delle cavità nasali, tramite diffusione passiva attraverso le membrane cellulari o passando per le giunzioni cellulari poste tra le cellule stesse. Studi di laboratorio indicano che questo rilascio del farmaco a maggior velocità può aumentarne l'efficacia come rinforzo <sup>(42,43,44)</sup>.

Inoltre, vi sono meno effetti secondari a livello gastro-intestinale ed è una metodica facile

---

<sup>40</sup> Wermeling D. Intranasal delivery of antiepileptic medications for treatment of seizures

<sup>41</sup> Comer SD, Ashworth JB, Sullivan MA, Vosburg SK, Saccone PA, Foltin RW. Relationship between rate of infusion and reinforcing strength of oxycodone in humans

<sup>42</sup> Wee S, Carroll FI, Woolverton WL. A reduced rate of in vivo dopamine transporter binding is associated with lower relative reinforcing efficacy of stimulants

<sup>43</sup> Winger G, Hursh SR, Casey KL, Woods JH. Relative reinforcing strength of three N-methyl-D-aspartate antagonists with different onsets of action

<sup>44</sup> Anderson KG, Woolverton WL. Effects of dose and infusion delay on cocaine self-administration choice in rhesus monkeys

da realizzare <sup>(45)</sup>.

Diversi studi hanno osservato e valutato l'efficacia di differenti modi di somministrazione, di dosi e di veicoli di trasporto <sup>(41,46,47,48)</sup>. I risultati indicano che: il prodotto si localizza quasi sempre nel terzo anteriore della cavità nasale <sup>(47,49)</sup> e non si ottiene una maggiore distribuzione del prodotto tramite un'applicazione di dose maggiore o attraverso l'inalazione forzata <sup>(47)</sup>.

Questo è spiegabile poiché la zona della valvola nasale risulta essere la parte più stretta della fossa nasale, con una sezione media di 0,7 cm. E' a livello della parte anteriore del turbinato inferiore che la resistenza al flusso d'aria è maggiore. Queste caratteristiche anatomiche giustificano la difficoltà del farmaco a passare e distribuirsi nella zona più superiore della fossa nasale.

Poiché la direzione del trasporto muco-ciliare è verso il rinofaringe e considerando l'effetto della gravità, si può ritenere che l'arrivo del farmaco sulla parte superiore della narice sia poco probabile.

In alcuni studi si è osservato che le modificazioni realizzate sugli applicatori e sulle soluzioni hanno mostrato migliori risultati quando si utilizzano spray in cui la pressione si ottiene manualmente, rispetto a spray già pressurizzati <sup>(49)</sup>.

Anche la posizione del capo influisce nella distribuzione intranasale e a causa della corrente aerea e della gravità, vi è una difficoltà a pervenire sulla parte superiore della narice <sup>(50,51,52,53)</sup>. Secondo uno studio di Cannady et al, è risultata efficiente, al fine del raggiungimento della zona olfattoria, la somministrazione di un farmaco, applicato nel vestibolo nasale, mentre il paziente colloca il vertice del capo verso il suolo (definita "posizione di Preghiera verso la Mecca"), mantenendo la suddetta posizione per almeno 5 minuti.

La realizzazione di un'inspirazione profonda, simultanea alla somministrazione del prodotto, non risulta essere associata ad una maggiore distribuzione del farmaco nella fossa nasale <sup>(51,54)</sup>. Guo et al, analizzando la distribuzione intranasale di prodotti che si differenziavano per la diversa viscosità, non hanno incontrato differenze derivanti dall'aver

---

<sup>45</sup> Setlik J, Bond GR, Ho M. Adolescent prescription ADHD medication abuse is rising along with prescriptions for these medications

<sup>46</sup> Kelly TH, Foltin RW, Emurian CS, Fischman MW. Effects of delta 9-THC on marijuana smoking, dose choice, and verbal report of drug liking

<sup>47</sup> Wilens TE, Adamson J, Monuteaux MC, Faraone SV, Schilling M, Westerberg D, et al. Effect of prior stimulant treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder on subsequent risk for cigarette smoking and alcohol and drug use disorders in adolescents

<sup>48</sup> Safer DJ, Zito JM, Fine EM. Increased methylphenidate usage for attention deficit disorder in the 1990s

<sup>49</sup> Newman SP, Moren F, Clarke SW. Deposition pattern of nasal sprays in man. *Rhinology*

<sup>50</sup> Benninger MS, Hadley JA, Osguthorpe JD, Marple BF, Leopold DA, Derebery MJ, et al. Techniques of intranasal steroid use

<sup>51</sup> Merkus P, Ebbens FA, Muller B, Fokkens WJ. The 'best method' of topical nasal drug delivery: comparison of seven techniques

<sup>52</sup> Cannady SB, Batra PS, Citardi MJ, Lanza DC. Comparison of delivery of topical medications to the paranasal sinuses via "vertex-to-floor" position and atomizer spray after FESS

<sup>53</sup> Homer JJ, Raine CH. An endoscopic photographic comparison of nasal drug delivery by aqueous spray

combinato più metodi di applicazione. Quindi hanno concluso che i differenti metodi di applicazione non modificano la distribuzione, poiché il flusso d'aria risulta avere poca influenza nella deposizione del prodotto<sup>(54)</sup>. Le particelle, una volta fuoriuscite dall'applicatore, impattano con il vestibolo e la parte anteriore del turbinato inferiore, senza che venga cambiata la loro direzione dalla corrente aerea presente nella zona del turbinato<sup>(55)</sup>.

Sono stati sviluppati diversi metodi per studiare la distribuzione intranasale di un farmaco e tra questi l'identificazione endoscopica di colorante è stata utilizzata in molte occasioni<sup>(54,56,57)</sup>. Si presuppone che, se il colorante viene identificato nella zona anteriore del turbinato medio, sia possibile che si distribuisca in tutta quell'area, che risulta essere critica per le infezioni sinusali<sup>(58)</sup>. I risultati hanno dimostrato che una distribuzione maggiore sia a livello di turbinato inferiore e medio.

## 4.2 Idratare e lubrificare per aumentare le prestazioni della voce

L'aumento dell'idratazione delle CCVV, in modo sistemico e superficiale, come componente dell'igiene vocale potrebbe favorire una maggiore salute e efficienza dell'apparato vocale stesso.

Inoltre, questo dato è stato confermato dall'osservazione, nella pratica clinica, di miglioramenti notevoli di voci disfoniche trattate con protocolli di adeguata idratazione e lubrificazione.

La qualità vocale è strettamente dipendente dalla viscoelasticità dei tessuti delle vie aeree superiori e nello specifico delle CCVV. In particolare, è il tessuto connettivo che deve presentarsi nel suo massimo turgore al fine di mantenere la sua struttura gel, dotata di proprietà visco-elastiche generate dall'unione e combinazione di proteine e polisaccaridi che vanno a formare uno strato gelatinoso, la cosiddetta *Lamina Propria*.

Un costituente essenziale di questo tessuto è l'acqua. Questo elemento riveste un ruolo principale per le cellule dell'organismo, trasportando le sostanze nutritive, aiutando l'eliminazione di scorie e contribuendo nel regolamento della temperatura corporea. Da qui si capisce quanto sia indispensabile idratare le vie aeree superiori e quanto

---

<sup>54</sup> Guo Y, Laube B, Dalby R. The effect of formulation variables and breathing patterns on the site of nasal deposition in an anatomically correct model

<sup>55</sup> Tsikoudas A, Homer JJ. The delivery of topical nasal sprays and drops to the middle meatus: a semiquantitative analysis

<sup>56</sup> Bleier BS, Harvey DI, Schlosser RJ. Temporospatial quantification of fluorescein-labeled sinonasal irrigation delivery

<sup>57</sup> Miller TR, Muntz HR, Gilbert ME, Orlandi RR. Comparison of topical medication delivery systems after sinus surgery

<sup>58</sup> Aggarwal R, Cardozo A, Homer JJ. The assessment of topical nasal drug distribution



soprattutto sia importante che l'idratazione permei nel tessuto e non rimanga solo in superficie.

Infatti per vibrare meglio e avere maggiore resistenza agli agenti esterni, le CCVV necessitano di un livello adeguato di umidità sia esteriormente che interiormente.

Partendo dal presupposto che un'efficiente idratazione delle CCVV permetta alla *Lamina Propria* di mantenere le sue qualità e quindi voce di manifestarsi meglio, si esplicheranno quali azioni esterne possano apportare ulteriori benefici quando i sistemi interni presentano delle carenze funzionali.

#### **4.2.1 Effetti di stimoli e trattamenti d'idratazione sulla funzione delle corde vocali**

La disidratazione della superficie delle CCVV può avvenire primariamente a causa di stimoli ambientali e comportamentali associati a una respirazione orale, a esercizio fisico, a inalazione di aria inquinata e secca e secondariamente anche per una riduzione dell'idratazione sistemica, per fattori emozionali e per il normale processo di invecchiamento.

Le proprietà biomeccaniche del tessuto cordale regolano la dinamica vibrazionale. Titze *et al* (1998) affermarono che l'energia richiesta per produrre una minima oscillazione cordale dipendesse dalle proprietà biomeccaniche del tessuto. Questa energia motrice, nota come *Pressione di Soglia di Fonazione* (PTP) dà una misurazione della facilità di fonazione ed è un indicatore della salute delle corde. La PTP, secondo Titze *et al*, è relazionata a proprietà come lo spessore dei tessuti, l'elasticità e la viscosità. Nel considerare l'idratazione delle CCVV, la viscosità è un'importante proprietà biomeccanica e ha una relazione lineare con la PTP. Quindi, trattamenti idratanti che vanno ad abbassare i livelli di viscosità delle CCVV dovrebbero ridurre anche la PTP, mentre stimoli di disidratazione dovrebbero aumentarla.

Studi *in vitro* hanno dimostrato che la perdita di acqua, per evaporazione dalla superficie delle vie aeree a causa di esposizione all'aria secca, può aumentare la rigidità e la viscosità della mucosa delle corde vocali.

La relazione tra i livelli d'idratazione e la viscosità delle CCVV fu esaminata usando una misurazione reologica. Le CCVV in esame furono disidratate prelevando acqua dal tessuto. Questo processo di disidratazione comportò l'aumento delle proprietà viscosi del tessuto stesso. Al contrario, la re-idratazione delle corde ridusse queste proprietà, supportando l'ipotesi che un'idratazione sistemica possa regolare positivamente la biomeccanica cordale.

Infatti muco viscoso e aderente comporta una riduzione dello spazio tra le la CCVV, aumentandone il contatto e influenzandone le qualità vocali. E' necessario che le proprietà

viscoelastiche delle CCVV si mantengano ai livelli ottimali affinché la fonazione sia facilitata; ciò risulta coerente con i consigli clinici che indicano di evitare ambienti asciutti che potrebbero influenzare negativamente la produzione vocale.

Inoltre la disidratazione dei tessuti aumenta la pressione di soglia di fonazione (PTP), ovvero la minima pressione sottoglottica necessaria ad avviare la vibrazione cordale e aumenta la rigidità dei tessuti.

Sivasankar *et al*<sup>(59)</sup> dimostrarono che l'applicazione di una soluzione ad alta concentrazione salina sulla superficie cordale intaccava la funzione epiteliale di barriera. Una compromissione della barriera epiteliale comporterebbe delle conseguenze sul tessuto cordale, più sensibile e suscettibile ai traumi vocali.

Nakagawa *et al*<sup>(60)</sup> dimostrarono una riduzione dell'ampiezza dell'oscillazione cordale, dopo un'applicazione di una soluzione viscosa sulla superficie laringea che provocava disidratazione.

Ayache *et al*<sup>(61)</sup> riportano un aumento transitorio del tempo di contatto cordale, dopo l'esposizione a un fluido molto viscoso.

Studi Clinici hanno rilevato che gli stimoli che apportano disidratazione, sia sistemica sia superficiale, delle CCVV compromettono la qualità vocale e l'efficienza fonatoria sia in soggetti vocalmente sani che in quelli con dei disturbi.

Un recente studio di Verdolini *et al*<sup>(62)</sup> suggerisce di comparare, sulla PTP, gli effetti di trattamenti idratanti e stimoli che apportano disidratazione in adulti sani. I trattamenti idratanti consistono in un aumento dell'umidità ambientale, assunzione d'acqua, e ingestione di mucolitici; la disidratazione cordale è stata invece apportata da una bassa umidità ambientale, l'uso di decongestionanti e una diminuzione dell'assunzione d'acqua. I risultati furono che i trattamenti idratanti ridussero la PTP (riduzione più evidente intorno al limite estremo del range vocale).<sup>(63)</sup>

La riduzione del fluido di superficie avrebbe effetti negativi sulla funzionalità vocale.

L'inalazione di aria poco umidificata, per 15 minuti attraverso la bocca, aumenta la PTP in soggetti sani che successivamente riportano sintomi di fatica vocale e gola secca. Anche un processo di disidratazione, indotto da rapidi e profondi respiri, ha dimostrato una tendenza all'aumento della PTP, suggerendo che i meccanismi laringei potrebbero essere sensibili sia alla velocità sia al grado di disidratazione<sup>(64)</sup>.

L'induzione di un processo di disidratazione, su individui sani senza precedenti problemi di voce, attraverso esposizione ad aria secca, ha causato un aumento dei valori di Jitter e Shimmer. Al contrario, l'inalazione di aria al 100% di umidità, per la stessa durata della prova precedente, non influenza negativamente le misurazioni acustiche.

---

<sup>59</sup> Hypertonic challenge to the vocal folds: Effects on barrier function. Sivasankar M, Erickson E, Rosenblat M, et al

<sup>60</sup> Lubrication mechanism of the larynx during phonation: An experiment in excised canine larynges. Nakagawa H, Fukuda H, Kawaida M, et al.

<sup>61</sup> Experimental study of the effects of surface mucus viscosity on the glottic cycle. Ayache S, Ouaknine M, Dejonckere P, et al

<sup>62</sup> Changes in phonation threshold pressure with induced conditions of hydration. Verdolini K, Titze I, Druker D

<sup>63</sup> The role of hydration in vocal fold physiology Mahalakshmi Sivasankar, Ciara Leydon

<sup>64</sup> Short-duration accelerated breathing challenges affect phonation. Sivasankar M, Erickson E

Allo stesso modo, una disidratazione secondaria a un'induzione di xerostomia ha comportato una riduzione del range vocale. E' stata osservata anche un'incompleta chiusura glottica e la presenza di un gap glottico posteriore<sup>(65)</sup>.

Questo processo aumenta anche lo sforzo vocale. Dopo un utilizzo prolungato della voce, in condizioni di bassa umidità, i pazienti hanno riportato sintomi soggettivi di fatica e di scomodità nella zona del collo, spalle e schiena<sup>(66)</sup>.

La diminuzione di un'idratazione sistemica compromette le qualità della voce, mentre trattamenti comportamentali, ambientali e medici, volti a incrementare l'idratazione sistemica e superficiale, sembrano aumentare le funzioni vocali, diminuire la PTP e lo sforzo fonatorio percepito (PPE).

E' stato dimostrato, in altri epitelii delle vie aeree, che il processo di disidratazione causerebbe un aumento della concentrazione del sale e una diminuzione dello spessore del liquido di superficie delle vie aeree (ASL). Questi cambiamenti di spessore e volume dell'ASL sono transitori sugli epitelii che ricoprono il naso, la trachea e i polmoni poiché, il rilevamento di una maggiore concentrazione ionica e osmotica, genererebbe un flusso d'acqua che interviene a ristabilire l'idratazione della superficie. Il flusso d'acqua secreto, osservato in risposta alle minacce nei confronti dell'omeostasi del liquido di superficie, è per lo più associato a un processo di trasporto di acqua e ioni.

Basandosi sull'osservazione, in altri epitelii delle vie aeree, dell'aumento del flusso di acqua e ioni in risposta a stimoli iperosmotici e ionici, si è postulato che l'epitelio delle CCVV risponda a queste perturbazioni cambiando la composizione del liquido di superficie.

E' stato suggerito che lo strato di liquido superficiale sia mantenuto da secrezioni ghiandolari e che invece lo strato di liquido interno sia mantenuto da una vascolarizzazione locale. Tuttavia, osservando la presenza di flussi trans-epiteliali di ioni ed acqua, è possibile che i processi di idratazione, superficiale e profonda, siano interconnessi e interdipendenti. Inoltre si suppone che questi flussi associati di ioni ed acqua che vanno verso la superficie delle corde, possano influenzare anche la composizione interna, alterando potenzialmente le proprietà biomeccaniche delle CCVV. Infatti, è stato dimostrato che la composizione ionica e osmotica del liquido di superficie, che ricopre la trachea, influenzi anche l'ambiente ionico del tessuto sottostante. Questi effetti sono maggiori nei casi di danno delle cellule epiteliali (come per esempio nella fibrosi cistica) in cui le cellule dell'epitelio delle vie aeree sono incapaci di regolare il flusso trans-epiteliale dell'acqua e degli ioni.

---

<sup>65</sup> The effect of acute xerostomia on vocal function. Roh J, Kim H, Kim A

<sup>66</sup> Loading-related subjective symptoms during a vocal loading test with special reference to gender and some ergonomic factors. Vinturi J, Alku P, Sala E, et al

#### 4.2.2 Importanza dell'idratazione nella prevenzione e nei trattamenti dei problemi di voce

Recenti ricerche, basate su modelli computazionali, suggeriscono che la pressione del fluido, accumulato sulla regione membranale delle CCVV durante la vibrazione, causerebbe un danno tissutale<sup>(67)</sup>. Riducendo la forza motrice della vibrazione (abbassando la PTP attraverso l'aumento dell'idratazione) potenzialmente si potrebbe ridurre la pressione del fluido accumulato e quindi limitare l'estensione del danno<sup>(68,69)</sup>. Ciò è coerente con i dati che affermano che mantenere una buona idratazione, come costituente del regime di igiene vocale, potrebbe aiutare a sostenere la produzione vocale.

Uno studio di Yiu e Chan<sup>(49)</sup> ha dimostrato che cantanti allenati e che hanno ricevuto un'idratazione sistemica e un periodo di riposo vocale, sono stati in grado di cantare per più tempo rispetto a cantanti allenati facenti parte del gruppo controllo a cui non era stata applicato alcun protocollo d'idratazione, né riposo vocale. In più, i cantanti, idratati e che avevano riposato la voce, dimostravano dei valori di Jitter minori a paragone con quelli del gruppo controllo. L'idratazione maggiore apportava una mitigazione anche nei confronti di altri effetti della fatica vocale.

Roy *et al*<sup>(70)</sup> compararono gli effetti che tre soluzioni, nebulizzate nell'ambiente e diverse per concentrazione chimica, avevano sulla voce. Solo una soluzione nebulizzata (mannitolo) comportava una riduzione di PTP, mentre le altre non avevano mostrato effetti significativi sulle funzioni vocali. Il beneficio apportato dal mannitolo si esprime con un aumento della secrezione di acqua dalla superficie delle CCVV.

Tanner *et al*<sup>(71)</sup> hanno esaminato i benefici apportati da soluzioni nebulizzate nel capovolgere gli effetti che una disidratazione superficiale stava avendo sulla PTP.

Verdolini *et al*<sup>(72)</sup> hanno condotto uno studio in cui pazienti con noduli o polipi ricevevano trattamenti idratanti o placebo, per 5 giorni ciascuno, in ordine controbilanciato. I trattamenti idratanti (ovvero aumento dell'assunzione d'acqua, inalazione di aria umidificata, ingestione di mucolitici) hanno ridotto la PTP, lo sforzo vocale e lo Jitter, mentre i trattamenti placebo no.

---

<sup>67</sup> A fluid-saturated poroelastic model of the vocal folds with hydrated tissue. Tao C, Jiang J, Zhang Y

<sup>68</sup> Effects of a vocally fatiguing task and systemic hydration on phonation threshold pressure. Solomon N, DiMattia M.

<sup>69</sup> Effects of a vocally fatiguing task and systemic hydration on men's voices. Solomon N, Glaze L, Arnold R, et al.

<sup>70</sup> An evaluation of the effects of three laryngeal lubricants on phonation threshold pressure. Roy N, Tanner K, Gray S, et al

<sup>71</sup> The effects of three nebulized osmotic agents in the dry larynx. Tanner K, Roy N, Merrill R, et al

<sup>72</sup> Effect of hydration treatments on laryngeal nodules and polyps and related voice measures. Verdolini-Marston K, Sandage M, Titze IR

### 4.2.3 Idratazione delle CCVV attraverso il naso

L'importanza di una corretta idratazione generale è un concetto già ampiamente diffuso e accettato dalla popolazione mondiale grazie a innumerevoli studi a riguardo che confermano quanto un corpo, costituito dal 50-60% di acqua, necessiti di un rifornimento continuo di questa (circa due litri al giorno).

Questa idratazione di base si ottiene tramite l'ingestione di acqua che passa nelle vie digestive, e non direttamente in quelle respiratorie e viene definita come modalità di idratazione endogena.

Quindi per poter raggiungere un'umidificazione ottimale di queste vie si dovrebbe bere fino a 5 litri d'acqua al giorno, rischiando di aumentare così l'attivazione del reflusso faringo-laringeo in soggetti sensibili a questo, con tutte le sue sequele come maggiore secchezza delle mucose, stato di infiammazione tissutale, edemi. Inoltre questo stato, se cronico, comprometterebbe l'adeguato assorbimento dell'acqua nei tessuti delle CV. Evidenze cliniche, sviluppate negli ultimi 10 anni, mostrano come la modalità migliore di idratare la laringe consista nel fornire acqua attraverso il sistema delle alte vie aeree, respirando in un ambiente saturo di umidità del 100% (idratazione esogena).

Le modalità di idratazione esogena possono essere varie, ad esempio:

-l'aumento dell'umidità ambientale è ottenibile con la presenza di piante nelle camere, posizionando contenitori d'acqua sui radiatori, aprendo le finestre, così da ottenere un'umidità del 65% e un continuo cambiamento d'aria.

-respirando aria al 100% di umidità. Questo è facilmente raggiungibile per esempio ponendo una garza bagnata appoggiata sul naso e a contatto con le narici, e respirando l'aria umidificata apportata da questo ausilio imbevuto di liquido, per una durata di 10 minuti così da permettere che l'umidità raggiunga gli alveoli polmonari e rimanga nei tessuti più a lungo.

Si è osservato come la respirazione per via nasale produca in quasi tutti i pazienti un ingrossamento della Lamina Propria delle CCVV e di conseguenza un'onda vibratoria più ampia e una migliore chiusura glottica, conferendo la sensazione di benessere vocale e di minor sforzo fonatorio: delle CCVV ben idratate possono essere sottoposte a un maggiore sovraccarico vocale senza che si provochino delle lesioni tissutali.

E' importante sottolineare come solo attraverso la respirazione di aria umida, con il passaggio di questa nelle fosse nasali, l'umidità penetri meglio nei tessuti e di conseguenza apporti un'effettiva idratazione alla laringe.

Si può dunque affermare che il naso sia fonte di umidità!

Esiste una relazione tra l'umidità dei gas inspirati e la temperatura, tra il tempo di

esposizione, per raggiungere un certo livello di umidità, e la funzionalità della mucosa. Uno studio mostra che, se l'umidità inspirata dovesse deviare da un livello ottimale, inizierebbe una disfunzione progressiva delle mucose. Maggiore è la deviazione rispetto ai livelli fisiologici, più veloce è il progresso della disfunzione della mucosa. Vi è allora una temperatura e un'umidità ottimale sopra la quale, e sotto la quale, verrebbe a crearsi un'alterata funzionalità della mucosa. Questo livello ottimale corrisponde alla temperatura interna e a un'umidità relativa del 100%. Questo studio è limitato ad un'esposizione non maggiore alle 24 ore. <sup>(73)</sup>

---

<sup>73</sup> Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa. Williams R, Rankin N, Smith T, Galler D, Seakins P

## CAPITOLO 5

### INTERVENTO LOGOPEDICO SUI PAZIENTI CON RESPIRAZIONE ORALE: RIABILITARE LA CORRETTA RESPIRAZIONE NASALE

#### 5.1 Attivazione del diaframma per una dinamica respiratoria efficiente

Il diaframma è sempre stato considerato un muscolo essenziale per la respirazione, rivestendo una funzione d'importanza primaria nelle tradizioni cinesi, indo-tibetane e occidentali.

Questo muscolo può essere attivato sia volontariamente che automaticamente. Con la sua contrazione, al momento della nascita, segna, da solo, il passaggio dalla vita fetale a quella extrauterina.

Svolge un ruolo essenziale per la sopravvivenza: attraverso un'azione di pompa, nel corso della quale il centro frenico resta mobile, influisce sul piano circolatorio e digestivo, quest'attivazione e funzionamento dipendono dal controllo automatico cioè incosciente. Per permettere funzioni meno indispensabili nella vita, come la fonazione o la statica (sollevare pesi), si può, volontariamente, fissare il diaframma e il suo centro frenico; quest'azione è necessariamente circoscritta nel tempo, poiché comporta l'instaurarsi di una circostanza tale in cui la funzione respiratoria, che è essenziale, non è più assicurata.

Il muscolo del diaframma è in sinergia con il muscolo ileo-psoas, contribuendo al mantenimento della postura dell'essere umano, grazie anche alla stabilizzazione dell'omeostasi pressoria intracorporea tra la cavità toracica e quella addominale. Inoltre presenta delle connessioni con il pericardio fibroso, attraverso i legamenti pericardio-vertebrali e pericardio frenici, che permettono, a questo muscolo, anche di contribuire alla stabilizzazione del cuore *in situ*.

##### 5.1.1 Biomeccanica della respirazione

L'apparato respiratorio, grazie agli scambi di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, contribuisce all'omeostasi dell'equilibrio acido-base e partecipa a un numero elevato di altre funzioni di tipo metabolico, immunitario e di difesa dalle infezioni.

Più esternamente, i polmoni sono protetti dalla gabbia toracica costituita da 12 paia di coste: vere coste (dalla 1<sup>a</sup> alla 7<sup>a</sup>, anteriormente inserite allo sterno per mezzo di una cartilagine individuale), false coste (dalla 8<sup>a</sup> alla 10<sup>a</sup>, si continuano in una cartilagine che si innesta al bordo della cartilagine sottostante e successivamente allo sterno), coste fluttuanti

(dalla 11<sup>a</sup> alla 12<sup>a</sup>, si prolungano anteriormente in una cartilagine che resta libera).  
Le coste permettono la dilatazione toracica ruotando intorno a due assi principali:

- Asse orizzontale trasversale, che passa tra le articolazioni costo-vertebrali, Produce un movimento di elevazione e abbassamento dell'estremità anteriore della costa (detto "a leva di pompa", da Le Huche). Tale dilatazione è prevalente nella zona toracica e a carico delle coste superiori. Procura un incremento prevalente del diametro sagittale (il petto "si solleva").
- Asse antero-posteriore, che passa dalle due estremità dell'arco della costa, produce un movimento di elevazione e abbassamento della costa nella sua parte più esterna (detto "a manico di secchio", da Le Huche). Comporta una dilatazione laterale prevalente nella zona media e bassa toracica, a carico delle coste false e fluttuanti. Vi è, così, un incremento prevalente del diametro trasverso (torace inferiore che si allarga a fisarmonica).

L'aria entra nel polmone grazie alla forza dei muscoli inspiratori (per l'80% permessa dal diaframma) e ne esce tramite il ritorno elastico del polmone.

In questo processo intervengono il diaframma, i muscoli della parete toracica (intercostali parasternali, interni e esterni e scaleni) e muscoli addominali.

- Il diaframma è il vero motore della ventilazione e funziona come un pistone che abbassa il pavimento della gabbia e allarga il torace. A volume corrente, la spinta diaframmatica abbassa il pavimento toracico di 2-3 cm, mentre durante la capacità vitale si arriva a 10 cm. La discesa diaframmatica esercita la propria azione comprimendo o dislocando il contenuto della cavità addominale: diventa visibile la protrusione della parete addominale come epifenomeno inspiratorio e prova dell'attivazione del muscolo.
- I muscoli scaleni e i parasternali si attivano contemporaneamente alla contrazione diaframmatica. Hanno il ruolo di fissare e sostenere verso l'alto la gabbia, oltre che di espandere il torace.  
Gli intercostali interni ed esterni invece hanno una funzione e un'attività più modesta durante l'inspirazione e l'espirazione.  
Nelle fasi dell'espirazione, gli intercostali esterni possono mantenere espanso il torace nel suo perimetro inferiore, mantenendo verso il basso il diaframma, così da ritardarne il suo ritorno allo stato di riposo, agevolando le esigenze fonatorie.
- I muscoli addominali sono essenzialmente espiratori e intervengono durante la respirazione a volumi elevati. Durante l'espirazione, la contrattura attiva di questa muscolatura, è in grado di esercitare una spinta tale che, riposizionando i visceri, guida il diaframma nella sua risalita.



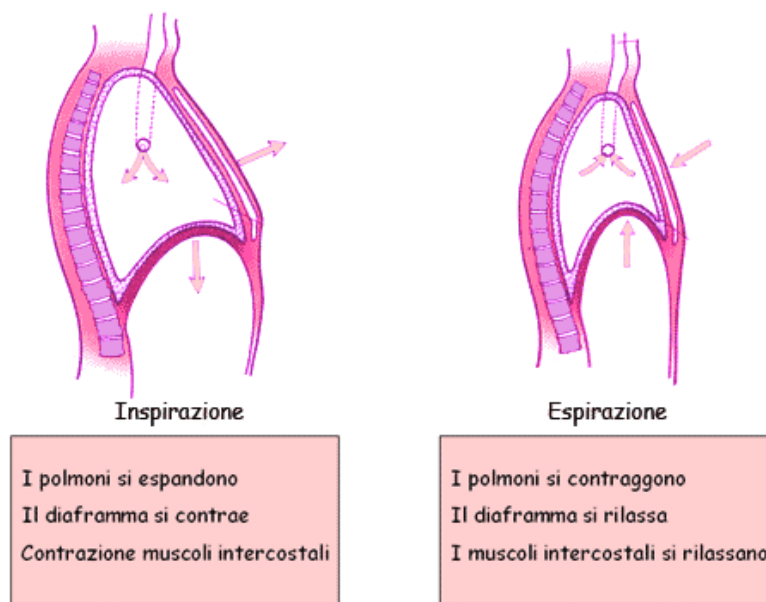


Fig 19 Meccanica respiratoria (da [www.kinesiobellia.com](http://www.kinesiobellia.com))

### 5.1.2 Valutazione dello stile respiratorio

Come valutare:

La valutazione si effettua durante l'eloquio spontaneo mentre ad esempio si raccoglie l'anamnesi; un secondo momento sarà dedicato all'osservazione della presa respiratoria durante la lettura a leggio.

E' utile osservare il paziente quando non parla, per valutare la sua presa aerea anche a riposo, sia che stia seduto sia che stia in piedi.

Cosa valutare:

- **Tipologia.**  
 Relativamente all'area interessata dall'espansione, la presa aerea può essere toracica (alta, media, bassa), diaframmatica (accompagnata sempre da protrusione dei visceri addominali), associata, cioè interessare più settori (toraco-diaframmatica, toracica bassa e media, etc).
- **Profondità.**  
 La profondità della presa aerea è condizionata dalla sua durata. Vi può essere una presa aerea profonda (soprattutto di tipo diaframmatica) o rapida e superficiale (prevalentemente toracica). Si può parlare, anche, di presa in modalità di recupero, effettuata in corso di fonazione, ovvero di un'inspirazione tale da permettere un rifornimento d'aria esiguo ma immediato; viene attuata dalle coste medie e superiori.

- **Direzione della dilatazione toracica.**  
Valutare se la dilatazione avvenga sul piano trasverso, operata dalle coste inferiori (a “manico di secchio”, da Le Huche), o sul piano sagittale, operata prevalentemente dalle coste superiori con spostamento in avanti dello sterno (detta a “leva di pompa”, da Le Huche).
- **Movimenti associati.**  
Può succedere che, in associazione all’attivazione della muscolatura propriamente respiratoria, si attivino anche dei movimenti accessori che spesso costituiscono solo un carico funzionale e possono indurre la messa in atto di posture alterate, che influenzano la produzione vocale. Esempio di movimenti associati possono essere la contrazione della muscolatura posturale del collo (soprattutto scalena), l’innalzamento delle spalle, l’extrarotazione delle scapole e movimenti del capo (come protrusione ed estensione).
- **Ritmo interno dell’eloquio.**  
Un eloquio molto precipitoso induce una respirazione rapida, con inspirazioni ravvicinate e poco profonde, riducendo l’autoconsapevolezza del soggetto, rendendo più difficile ogni forma di controllo.
- **Durata della frase.**  
Più una frase si prolunga nel tempo, più si arriva all’esaurimento del volume residuo, costringendo il soggetto a una ripresa aerea rapida, obbligatoriamente poco profonda. A tale ripresa ne consegue un esaurirsi rapido delle riserve, ciò comporta una fonazione ancora più accelerata nella ricerca di rispettare la scansione della frase progettata.
- **Durata delle pause di rifornimento.**  
Le pause, durante la fonazione, sono fondamentali per consentire un adeguato rifornimento aereo, consentendo al torace di espandersi e ai polmoni di ventilarsi. Solo pause, in grado di rispettare i tempi fisiologici di discesa diaframmatica e di espansione del torace inferiore, permettono l’ottimale ventilazione fonatoria.

### **5.1.3 Rieducazione della funzionalità del diaframma**

Come è stato detto precedentemente, una respirazione abituale di tipo orale comporta, frequentemente, una presa d’aria toracica alta e, di conseguenza, un blocco diaframmatico; infatti, una respirazione che sfrutta maggiormente la parte superiore dei polmoni, non consente al muscolo del diaframma di attivarsi e scendere verso il basso.

Qualora il blocco funzionale sia di lieve entità, nella pratica clinica, si può procedere aiutando il paziente a percepire una diversa dinamica respiratoria che usufruisca dell’attivazione diaframmatica.

In un primo momento si chiederà al soggetto di inspirare, con il naso, l'aria in modo tale da far gonfiare la pancia, ricordandogli come questo fenomeno visibile non sia dovuto direttamente all'aria che arriva nella pancia, quanto a un ampliamento polmonare tale da spostare verso il basso e verso l'esterno i visceri contenuti nella parete addominale (stomaco, intestino e fegato etc..).

Per aiutare il paziente a rendersi consapevole della propria respirazione e dell'attivazione diaframmatica, si possono proporre tecniche di rilassamento. (Tab.1)

<b>Rilassamento a terra<sup>(74)</sup></b>	
<b>Qui e ora</b>	Si invita il paziente a concentrare la propria attenzione sul momento, prendendo coscienza del luogo, delle dimensioni del proprio corpo e di quelle della stanza
<b>Viaggio dell'attenzione</b>	Percorso di consapevolezza e percezione di tutto il corpo, focalizzandosi sui punti ossei d'appoggio (talloni, gomiti, nuca). Inizio dell'autocontrollo della fase inspiratoria.
<b>Consapevolezza dei movimenti respiratori</b>	Far accorgere il paziente dell'affiorare spontaneo della presa toraco-diaframmatica
<b>Viaggio attraverso le vie aeree</b>	Visualizzazione percettiva delle vie aeree (percezione della volta rinofaringea, del movimento velare, eliminazione del contatto tra le arcate dentarie, lieve retroposizione velare) fino a giungere all'idea di canale centrale nel quale l'aria scorre da e verso un punto posto al centro dell'addome
<b>Ritmo binario</b>	Interpretazione della respirazione come un evento fisiologico in due tempi.

**Tabella 1**

Mentre il paziente è in posizione supina, si introducono gli esercizi di respirazione. Si sono presi in considerazione quelli proposti da Silvia Magnani nel libro "Curare la Voce" : *Il pranayama quadrato e le sue varianti* (nello specifico la prima e la seconda variante).

Gli obiettivi sono di acquisire consapevolezza e controllo del soffio attraverso il ritmare e il sospendere il flusso d'aria; favorire la consapevolezza dei volumi di aria inspirata.

Quando la motilità diaframmatica è alterata si possono utilizzare delle manovre specifiche che ne aiutino il rilasciamento.

Ad esempio si possono esercitare delle pressioni dolci e progressive seguendo il margine inferiore delle ultime coste di sinistra, fino all'ombelico. Si può completare il massaggio con compressioni espiratorie, esercitate con l'altra mano, sulle ultime coste di sinistra. E' una manovra che, eccezionalmente, si esegue a destra a causa della presenza del fegato.

<sup>74</sup> Si fa riferimento alla tecnica di rilassamento proposta da Silvia Magnani nel libro "Curare la Voce", pag.188

Una seconda manovra consiste nel premere con i polpastrelli dei pollici i margini inferiori delle ultime coste, cominciando dal processo xifoideo fino alla punta della 12<sup>a</sup> costa.

Il diaframma può essere abbassato, principalmente, nei soggetti esili e di tipo sportivo, o sollevato, di preferenza, nei soggetti con massa viscerale pletorica.

La seguente tabella (Tab.2) riassume come intervenire a seconda dei diversi casi:

<b>Fisio-patologia</b>	<b>Principi di correzione</b>
Blocco inspiratorio	Sospiro ampio e rilasciato
Sfasamento degli scambi inspiratori	Ampliamento dell'espiazione
Blocco severo	Manovre del diaframma
Soggetto esile con blocco inspiratorio della parte alta del torace. Buoni addominali	Sospirare gonfiando il ventre Correzioni manuali sulla parte alta del torace durante l'espiazione
Soggetto con massa viscerale pletorica e blocco inspiratorio toracico basso. Addominali rilasciati	Chiedere di sospirare facendo rientrare il ventre e le ultime coste Correzioni manuali sulla parte bassa del torace, durante l'espiazione
Soggetto misto	Alternanza dei due tipi di correzione

**Tabella 2**

## **5.2 Riabilitare la funzionalità nasale**

Molte sono le ragioni, di cui già si è parlato, che ci inducono a pensare che, qualora la respirazione nasale sia deficitaria, sia necessario fare qualcosa per ripristinarla.

Una volta eliminato, o comunque ridotto, l'ostacolo fisico che impedisca al naso di espletare le sue funzioni, si interviene attivamente re-abituando quest'organo a riprendere il ruolo centrale nel processo respiratorio.

Infatti il rischio è che, anche dopo un intervento di rimozione dell'impedimento, per abitudine, si continui ad utilizzare la bocca per respirare, comportando, in alcuni casi, il ripristino delle situazioni patologiche sulle quali si era intervenuti (per es. il recidivare dell'ipertrofia delle adenoidi, incentivato da una continua respirazione orale).

### **5.2.1 Esercizi respiratori nasali**

E' di fondamentale importanza ristabilire una respirazione che sia di tipo nasale, ma soprattutto che abbia un'alternanza respiratoria tra le due narici. Questo processo è

garantito dal fisiologico *ciclo nasale*, di cui si è parlato in precedenza.

Quando vi sono delle problematiche nell'utilizzo del naso come organo principale del processo respiratorio, si può immaginare che, di conseguenza, ve ne siano altre nel ristabilire la sua corretta funzionalità, comprendente anche l'alternarsi del ciclo nasale stesso.

Secondo la cultura yogica, la respirazione a narici alternate permette di eliminare i ristagni di energia nel corpo e di equilibrare i due canali energetici (*Ida e Pingala nadi*), in modo tale da purificare il canale energetico più importante, che scorre lungo la colonna vertebrale.

In un primo momento è utile eseguire esercizi di respirazione che coinvolgano una singola narice. Si chiede al paziente, di tappare una narice e di inspirare ed espirare con l'altra, mantenendo una chiusura meccanica (con il dito) della narice controlaterale.

Una volta acquisita familiarità con questa tipologia di respirazione, è utile attuare degli esercizi di respirazione a narici alternate, *monorinali* o *binarinali*.

Gli esercizi mono e binarinali vanno eseguiti in posizione seduta e con la schiena allineata (Tab.3):

<b>Esercizi Monorinali</b>	Inspirazione dolce e espirazione dolce attraverso la stessa narice
	Inspirazione in 5 tempi e espirazione unica dalla stessa narice
	Inspirazione unica e espirazione in 5 tempi dalla stessa narice
	Inspirazione in 5 tempi e espirazione in 5 tempi dalla stessa narice
<b>Esercizi Binarinali</b>	Prendere aria da entrambe le narici velocemente e farla uscire da entrambe le narici a scatti, piegando la testa gradualmente in avanti
	Prendere aria da entrambe le narici velocemente e farla uscire, da entrambe le narici velocemente
	Prendere aria da una narice velocemente e farla uscire dall'altra narice lentamente
	Prendere aria da una narice velocemente e farla uscire dall'altra narice velocemente
	Prendere aria da una narice velocemente, e farla uscire a scatti dall'altra narice
	Inspirare dal naso, chiudere la narice destra ed espirare dalla narice sinistra. Mantenendo la narice destra chiusa, inspirare dalla narice sinistra, chiudere entrambi le narici per qualche secondo, quindi espirare dalla

	narice destra. Mantenendo la narice sinistra chiusa, inspirare dalla narice destra, chiuderle entrambe per qualche secondo, ed espirare dalla narice sinistra.
--	---

**Tabella 3**

Ogni esercizio deve essere ripetuto dieci volte, con un breve intervallo tra l'uno e l'altro per evitare l'iperventilazione.

Uno strumento utile per rendere tangibile al paziente la respirazione nasale è lo specchietto di Glatzel: questo specchietto, dopo averlo posizionato sotto le narici, sarà molto utile nel rilevare un buon funzionamento della respirazione nasale; infatti, qualora dovesse appannarsi, indicherà che l'aria sia passata per le narici e non per la bocca.

La valutazione di una corretta respirazione nasale è attuabile anche attraverso la rilevazione del riflesso di *Gudin* e il test di *Rosenthal*.

Il riflesso di *Gudin* si esegue chiedendo al paziente di chiudere la bocca, successivamente il terapeuta serra le narici per un secondo e le rilascia, osservando i movimenti delle ali del naso; se queste dovessero rimanere adese al naso vorrebbe dire che la respirazione nasale non è efficiente.

Il test di *Rosenthal* consiste nel chiedere al paziente di respirare tenendo la bocca chiusa, tappando una narice per 10 cicli respiratori, per parte. In questo modo si può valutare la pervietà delle singole narici e rilevare la necessità del bambino di aprire la bocca poiché costretto da un insufficiente apporto di ossigeno.

### **5.2.2 Approccio miofunzionale per sviluppare la tonicità muscolare del viso**

La modalità di intervento di tipo mio-funzionale risulta essere molto valida ed efficace, soprattutto, se attuata sui pazienti più piccoli che presentano una respirazione mista o prettamente orale.

In molti casi, infatti, l'utilizzo di questa modalità respiratoria comporta l'accentuarsi di un modello scheletrico facciale ereditario. Per esempio, in un paziente che presenta questa respirazione, qualora entrambi i genitori, o uno di loro, abbia la tendenza ad avere un morso di II classe scheletrica, la modalità di presa aerea orale peggiorerà la disarmonia ossea.

La valutazione delle strutture anatomiche implicate nelle funzioni orali può essere fatta tramite il protocollo diagnostico proposto da P. Andretta.

Un primo intervento, da attuare fondamentalmente con i bambini respiratori orali, è quello di insegnare loro a soffiarsi il naso, cosa che, solitamente, non sono abituati a fare poiché non percepiscono il fastidio che reca un naso più chiuso del solito per presenza di muco. Tra l'altro è un modo affinché inizino a utilizzare il naso come organo dell'apparato respiratorio.

Bisogna intervenire ed eliminare gli eventuali *vizi orali* che possono essere comparsi

soprattutto nel corso dell'infanzia.

I *vizi orali* sono le alterazioni comportamentali, a livello della sfera stomatognatica, che potrebbero determinare ulteriori modificazioni sia funzionali sia morfologiche. Ne sono un esempio il succhiamento del pollice, una dieta caratterizzata da consistenze troppo morbide, e le parafunzioni autolesive.

Nel primo caso si può intervenire con ausili esterni (per esempio il succhiotto anatomico), con tecniche comportamentali o dispositivi endorali fissi o mobili.

In ambito di dieta, è consigliabile aumentare la consistenza del cibo in modo da stimolare maggiormente la funzione masticatoria e meno la suzione.

Le parafunzioni lesive, invece, possono o risolversi spontaneamente o necessitare di ausili esterni (per esempio scudi vestibolari, placchi masticanti rigide etc) e tecniche di training autogeno.

Successivamente, è necessario intervenire nel ristabilire la corretta postura di riposo: labbra chiuse<sup>(75)</sup> (Tab.4) e lingua<sup>(75)</sup> (Tab.5) sullo spot palatale. Infatti, è probabile che il labbro superiore sia corto e ipotonico e che la lingua sia adagiata sul pavimento orale, essendo impossibilitata a toccare lo spot palatale, a causa della costante apertura della bocca.

Qualora ve ne sia la necessità, sarà utile un lavoro di rafforzamento dei muscoli buccinatori<sup>(75)</sup> (Tab.6) e masseteri<sup>(75)</sup> (Tab.7), spesso ipotonici in queste situazioni di respirazione atipica.

	<b>Aumentare la tonicità</b>	<b>Per stirare il labbro superiore</b>	<b>Per conseguire la posizione di riposo</b>
<b>Esercizi per le labbra</b>	Trattenere, tra le labbra, un bottone legato a un filo che viene tirato, in varie direzioni, dal terapeuta	Mordere il labbro superiore	Trattenere, tra le labbra, un pezzo di ostia, mentre si guarda la televisione o si fanno altre attività
	Trattenere, nel centro delle labbra, una matita senza alzarla né abbassarla	Afferrare con le dita (esternamente e internamente) il labbro superiore e portarlo verso il basso	Esercizio "Gioia della Madre" di D.Garliner <sup>(76)</sup>
	Mantenere, tra le labbra, un'abbassalingua, sulle cui estremità sono stati messi dei pesetti	Massaggi di stiramento del labbro	

**Tabella4**

<sup>75</sup>Esercizi proposti nel libro di Nidia Zambrana Toledo González, Lucy Dalva Lopes, "Logopedia y ortopedia maxilar en la rehabilitación orofacial: tratamiento precoz y preventivo : terapia miofuncional"

<sup>76</sup>Oskar Schindler, G. Ruoppolo, Antonio Schindler, "Deglutologia", cap. 4.9

<b>Esercizi per la lingua</b>	<b>Per elicitare il movimento linguale per deglutire correttamente</b>	<b>Per mantenere la posizione di riposo</b>
	Esercizio del “risucchia e ingiotti” di D.Garliner <sup>(76)</sup>	Collocare una elastichetto ortodontico sulla lingua e mantenerla a contatto con lo spot palatale
Training della parte anteriore, mediana e posteriore della lingua. Applicazione dei movimenti corretti per l’atto deglutitorio <sup>(77)</sup>		

**Tabella 5**

<b>Esercizi per i muscoli buccinatori</b>	<b>Per aumentare la tonicità e la forza</b>
	Riempire di 5 ml d’acqua una siringa, senza ago, e collocarla tra le arcate dentarie e le guance. Il paziente dovrà cercare di prelevare l’acqua senza aiutarsi iniettandosela manualmente

**Tabella 6**

<b>Esercizi per i muscoli masseteri</b>	<b>Per aumentare la tonicità e la forza</b>
	Utilizzare un tubo di gomma morbido (per es. laccio emostatico riempito di nutella) da collocare sopra i molari, prima su un lato e poi sull’altro, e masticare per 15-20 volte a lato

**Tabella 7**

Per la correzione dello squilibrio muscolare orofacciale ci si può avvalere del metodo terapeutico secondo D.Garliner, di durata di 12 mesi. Le premesse fondamentali di questa metodologia sono la motivazione del paziente (chiave di un regime terapeutico di successo), la presa in carico globale del soggetto, stabilizzazione, automatizzazione e generalizzazione del comportamento appreso.

<sup>77</sup> Caterina Tromboni, “1,2,3 Mandiamo giù!”



### 5.3 La Postura e la Voce

Il sistema cranio-cervico-mandibolare agisce come un'unità biomeccanica funzionale, i cui cardini sono rappresentati dall'articolazione occipito-atlanto-epistrofica, dall'articolazione temporo-mandibolare e dal sistema sospenditore dell'osso ioide.

Il compito fondamentale del rachide cervicale è quello di consentire una posizione "funzionale" del capo, compensando le posizioni assunte nello spazio dagli altri segmenti<sup>(78)</sup>.

In caso di alterazioni posturali i meccanocettori regionali creano un feed-back tale da mantenere orizzontali e paralleli tra loro, e con il suolo, i piani bipupillare biotico<sup>(79)</sup>. Ciò comporta un'iperattività diseguale dei muscoli cervicali posteriori e dei muscoli anteriori del collo, e una tipica postura in ipertensione del capo con avanzamento delle spalle.

Il cranio, la mandibola, lo ioide e il rachide cervicale si comportano come un'unità funzionale biomeccanica, essendo i singoli elementi fra loro strettamente interdipendenti; di conseguenza, l'alterazione di una di queste strutture si ripercuote sulle altre, con un feed-back negativo che va a rinforzare la disfunzione primaria<sup>(80)</sup>.

Frequentemente il paziente respiratore orale assume una serie di atteggiamenti somatici e morfofunzionali tipici: alterazione della stazione eretta, come diretta conseguenza di una respirazione toracica superiore con affossamento del torace, caratterizzata da ipercifosi dorsale, flessione e anteposizione del capo (Fig.20)

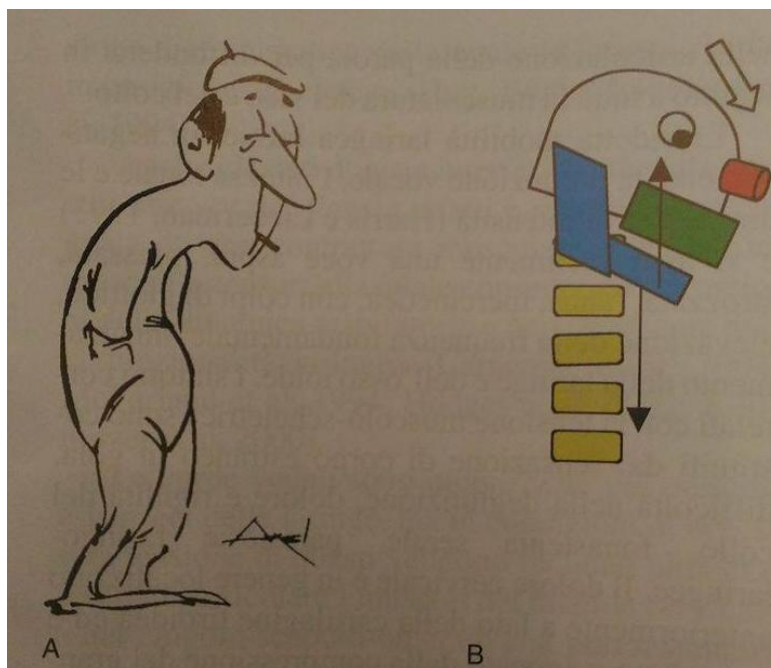


Fig. 20 (La Voce, Oskar Schindler, Ed. Piccin)

A) Atteggiamento posturale ipocinetico dell'intero corpo.

B) Disegno che mette in rilievo la flessione cranio-cervicale e la retrusione della mandibola

<sup>78</sup> Edmoston et al, 2005; Vischer et al, 1998

<sup>79</sup> La postura del distretto cervico-cranio-mandibolare, pag 508, cap. 41, "La Voce", Oskar Shindler

<sup>80</sup> Rocabado, 1983

Nei casi di postura cranio-cervicale in prevalente flessione, lo ioide e la laringe sono posti in posizione di relativo abbassamento e retrusione. Il quadro morfofunzionale che ne consegue, condizionato soprattutto dall'attivazione dei muscoli sottoioidei è questo:

- Allungamento del vocal tract
- Diminuzione dei movimenti della cartilagine tiroidea, con minore adattabilità di lunghezza, di tensione e della massa cordale e quindi difficoltà della regolazione tonale
- Aumento delle resistenze glottiche per diminuzione dell'area glottica con difficoltà nella regolazione dell'intensità<sup>(81)</sup>

### 5.3.1 Intervento sulla postura: la presa dello spazio e la verticalità

Una postura caratterizzata da un adeguato allineamento verticale permette un'adeguata percezione corporea, un rifornimento aereo toraco-diaframmatico profondo e naturale, la mobilità del piano glottico in ogni atteggiamento fonatorio, l'adattabilità morfologica delle corde vocali in risposta all'azione della muscolatura intrinseca laringea.

Uno degli obiettivi dell'intervento riabilitativo è quello di arrivare ad assumere una postura eutonica. Eutonia vuol dire "contrazione equilibrata delle masse muscolari necessaria al mantenimento di una determinata postura nel rispetto della massima economia di gestione"<sup>(82)</sup>.

E' molto importante che il paziente abbia e acquisisca una buona mobilità articolare in tutti i distretti, soprattutto del distretto cervico-cranio-mandibolare. Esercizi di flessione ed estensione, rotazione e inclinazione, a destra e sinistra, sono molto adatti al ripristino e al mantenimento di una buona motilità e mobilità del rachide cervicale su tutti i piani di movimento. E' altrettanto utile lavorare e allenare il distretto del cingolo scapolo-omeroale, del tronco e dell'articolazione temporo-mandibolare.

Devono essere evitate le posture che comportano un allungamento passivo delle corde vocali, poiché producono un effetto fonastenico causato dallo stiramento sul muscolo adduttore. Tali posture alterano la qualità del prodotto vocale, cambiando l'assetto delle cavità di risonanza e producendo riduzione del potenziamento armonico, perdita di timbro, schiarimento generale della voce e la comparsa eventuale di qualità tesa.

L'osservazione del paziente, in merito all'atteggiamento posturale nello spazio, permette di rilevarne la devianza. Com'è già stato affermato, è frequente che un respiratore orale presenti una postura detta "*a Gallinaccio*" (Fig. 16) o, nella forma più estrema, un atteggiamento posturale totalmente ipotnico (Fig. 19 A); le conseguenze saranno visibili in quella che viene definita *presa dello spazio* - "modalità con la quale il soggetto si pone per fonare"<sup>(83)</sup> - (Tab.8) e la *verticalità* - "tipo di allineamento assunto dal paziente in posizione eretta, durante una fonazione tranquilla"<sup>(65)</sup> - (Tab.9).

---

<sup>81</sup> Fussi, 2003

<sup>82</sup> Silvia Magnani, "Curare la Voce", pag. 179

<sup>83</sup> Silvia Magnani, "Curare la Voce", pag. 201

Presa dello spazio –Cosa valutare-	Intervento <sup>(84)</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scarico simmetrico del peso corporeo sui due arti, e, per ogni arto, appoggio equilibrato di tallone e avampiede</li> <li>• Assenza di dondolamento sul posto, di oscillazioni eccessive, di movimenti esagerati dell'arto superiore e del capo</li> <li>• Assenza di episodi di incrocio, con superamento della linea mediana, a carico degli arti inferiori</li> <li>• Compostezza posturale con assenza di posture inadeguate per l'atto fonatorio (per es. sollevamento spalle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sto/ Mi trovo</i></li> <li>• <i>Eccomi</i></li> <li>• <i>Il cerchio nel quotidiano</i></li> </ul>

**Tabella 8**

Verticalità –Cosa valutare-	Intervento <sup>(85)</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenza di oscillazioni sull'asse sagittale, con scarico prevalente del peso sui talloni o, all'opposto sull'avampiede</li> <li>• Modalità di allineamento del bacino con eventuale anteriorizzazione della sinfisi pubica (bacino ore sei) o con basculamento opposto in incremento della lordosi lombare (bacino ore dodici)</li> <li>• Posizione delle spalle rispetto al piano frontale, con retropulsione o avanzamento</li> <li>• Allineamento dei segmenti: spalle/collo/capo, soprattutto per quanto riguarda la posizione del capo in relazione al piano frontale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Riallineamento Verticale</i></li> </ul>

**Tabella 9**

<sup>84</sup> Percorsi di abilitazione proposti da Silvia Magnani, "Curare la Voce", pag.203

<sup>85</sup> Percorso di abilitazione proposto da Silvia Magnani, "Curare la Voce", pag 204-205

## 5.4 Consigli di Igiene Vocale

“L’Igiene è una scienza che si occupa della salute dell’individuo e del contesto in cui vive. Essa studia le interazioni tra il corpo e tutte le sostanze, quelle benefiche ma anche quelle nocive. Negli ultimi anni si è affermata una branca specifica, l’Igiene Vocale: con tale definizione vengono comprese tutte le precauzioni da adottare per un corretto management dell’organo vocale.

Approfondendo tale argomento si nota come in realtà, per prendersi cura della voce, sia necessario valutare l’individuo nella sua interezza”<sup>(86)</sup>.

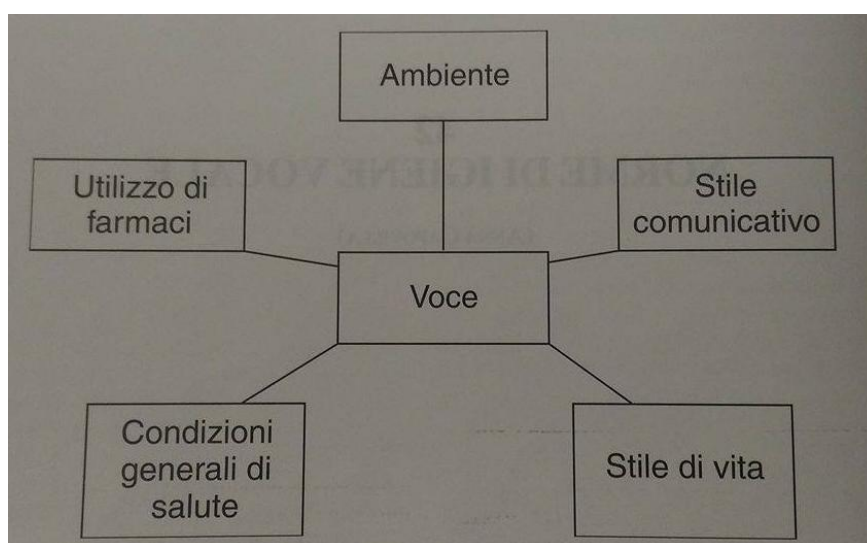


Fig. 21 Le relazioni fra voce, ambiente, stile comunicativo, stile di vita, condizioni generali di salute, utilizzo di farmaci. (La Voce, Oskar Schindler, Ed. Piccin)

Ambiente – Ciò che sta fuori di noi

Stile comunicativo – come noi ci poniamo in relazione con ciò che sta fuori di noi

Stile di vita – Come ci poniamo in relazione con ciò che è in noi

Condizioni generali di salute – Come stiamo

Utilizzo di farmaci – Come ci curiamo

### 5.4.1 Ambiente

L’ambiente che ci circonda, che sia di tipo lavorativo, familiare o cittadino, presenta spesso livelli di inquinamento acustico molto elevati. E’ essenziale acquisirne consapevolezza e attuare comportamenti di salvaguardia vocale: diminuire la distanza dall’interlocutore, incrementare la comunicazione non vocale (articolazione, mimica, gestualità, prossemica), ricercare un auto-ascolto di tipo propriocettivo (individuare tensioni laringee, fatica muscolare), utilizzare protesi microfoniche, cercare un luogo più tranquillo per comunicare.

<sup>86</sup> Ugo Cesari, Loretta Martinez, “Igiene Vocale per cantanti”

Quando si parla di ambiente, si deve considerare anche il suo microclima; infatti, l'eccessiva secchezza dell'aria, e il suo contenuto di polveri inquinanti, ledono alle mucose delle vie aeree. In questi casi si possono utilizzare umidificatori ambientali o appoggiare un panno bagnato sul termosifone.

Ricordiamo, nuovamente, la grande efficacia che riveste l'utilizzo di lavaggi nasali nel contrastare la disidratazione della mucosa faringo-laringea e nel rimuovere meccanicamente residui di polveri e acari. Molto utili nell'apportare idratazione sono l'applicazione di una garza bagnata appoggiata alle narici, attraverso la quale viene inspirata aria umida, e l'assunzione di un apporto d'acqua giornaliero adeguato all'organismo.

Va, inoltre, consigliato il ricambio d'aria costante, l'igiene dei filtri che diffondono l'aria condizionata, e l'impiego di mascherine, in quei luoghi di lavoro caratterizzati dalla presenza di polveri tossiche.

#### **5.4.2 Stile Comunicativo**

Lo stile comunicativo può essere differente a seconda dei contesti; infatti, ad un diverso ruolo corrisponde una diversa voce. Può capitare che, per avvicinarsi ad un'immagine vocale ideale, ci si allontani troppo dalla vera voce, correndo un rischio che mini il benessere dell'organo fonatorio.

Una circostanza che può peggiorare la situazione di fatica vocale, dovuta ad atteggiamento fonatorio imitativo, è un uso della vocalità protratto nel tempo, caratterizzato da meccanismi respiratori inadeguati, ritmi dell'eloquio affrettati, elevate resistenze glottiche.

Per preservare la funzionalità vocale è necessario ottimizzare la gestione respiratoria, scoprire l'importanza delle pause nel parlato, curare l'articolazione, mantenere la consapevolezza dei volumi utilizzati, concedersi un periodo di riposo vocale, utilizzare sistemi alternativi per il richiamo, evitare l'eccesso d'uso nel tempo (*surmenage*), prestare attenzione all'impiego di voce improprie o imitate, mantenere una gestione economica dell'organo vibrante, riscaldare la voce per prepararsi alla performance (per i professionisti vocali), evitare di raschiare ripetutamente (*raclage*), prestare attenzione all'utilizzo vocale nella comunicazione telefonica (*malmenage*).

#### **5.4.3 Stile di vita**

E' salutare per la voce evitare l'utilizzo di tabacco, sostanze stupefacenti e alcool per il loro effetto sulle mucose faringo-laringee.

Andrebbe evitato anche l'utilizzo di menta o sostanze balsamiche poiché danno un effetto essiccante sulle mucose. L'utilizzo della liquirizia può, da un lato, aumentare la secrezione di saliva, e quindi avere effetto idratante e lubrificante della mucosa orale, ma d'altra parte

può avere azione stimolante a livello gastrico, favorendo la problematica del reflusso gastro-esofageo-laringeo.

Una buona voce è frutto di un corpo eutonico e rilassato. Attività finalizzate a contenere lo stress, a recuperare un buon rapporto tra corpo e mente e alla gestione dell'ansia, sono sicuramente delle alleate della voce sana e fisiologica. Lo stress causa un atteggiamento posturale e respiratorio alterato, dando il via a tutta la sequela di problematiche correlate a questo.

Una buona qualità vocale dipende anche dal tipo di alimentazione; è opportuno evitare alimenti che contengono caffeina (tea, caffè, cola, bevande energetiche, cioccolato) per il loro effetto diuretico e per l'azione irritante sulla mucosa cordale e su quella gastrica. La riduzione di alimenti acidi (agrumi, kiwi, pomodori) aiuta a evitare un peggioramento del reflusso gastro-esofago-laringeo, che altrimenti sarebbe favorito da un aumento del grado di acidità apportato dagli alimenti stessi.

Le bevande troppo calde, come zuppe e tisane, recano un danno meccanico sulle mucose dato dal calore; è preferibile assumere bevande fredde o tenere in bocca un cubetto di ghiaccio per decongestionare le mucose.

Anche la tipologia di abbigliamento può concorrere a creare disfunzioni e impedimenti alla corretta funzionalità dell'apparato vocale. Capi di abbigliamento che costringono il distretto toraco-addominale producono un ostacolo all'attività del mantice respiratorio e al transito gastrico.

#### **5.4.4 Condizioni generali di salute**

Vi sono problematiche di salute che influenzano anche la stabilità e la funzionalità della voce. Ad esempio, le allergie sono caratterizzate dalla presenza di una mucosa edematosa che ostacola la corretta presa d'aria per via nasale, e, spesso, sono accompagnate da irritazione faringea, muco a livello del bordo libero cordale che comporta prurito in gola e *raclage*. Inoltre, la terapia farmacologica per le allergie ha effetto essiccante sulle mucose; in questi casi è fondamentale un buon livello di idratazione.

Un terzo dei problemi vocali è associato a reflusso faringo-laringeo. La risalita dei succhi gastrici comporta uno stato d'infiammazione e lesione della mucosa laringea o del bordo libero cordale (soprattutto a livello posteriore) con conseguenti problematiche vocali. In questi casi, oltre la terapia farmacologica, è utile intervenire anche sullo stile di vita, con attività di contenimento dello stress, evitando alimenti che stimolano maggiormente l'attività gastrica, evitare di distendersi prima che siano passate tre ore dai pasti, e, se possibile, fare una passeggiata successiva al momento del pasto.

#### **5.4.5 Utilizzo di farmaci**

Vi sono farmaci, come antibiotici, antistaminici, antivirali, diuretici, spray nasali a base di balsamici, antidepressivi, che hanno un effetto essiccante a livello delle vie aeree superiori. Gli antistaminici incrementano la produzione e la viscosità del muco, soprattutto a livello cordale.

Gli psicofarmaci e i sonniferi influiscono sulla motricità fine, alterandola e apportando un effetto sedativo. L'aspirina e alcuni analgesici hanno effetto vasodilatatorio; i corticosteroidi, invece, danno irritazione gastrica.

I farmaci anabolizzanti, spesso usati negli ambiti sportivi, provocano virilizzazione della voce con mutamenti, a volte irreversibili.

La liquirizia contribuisce alla ritenzione idrica e all'edema cordale; la melatonina influisce sull'equilibrio ormonale, incrementando la produzione di estrogeni e progesterone; la menta piperita, poiché ha effetto di rilassamento della muscolatura liscia, può favorire la risalita del reflusso acido in laringe.

## **CAPITOLO 6**

### **PROTOCOLLO DI LAVAGGI NASALI SU PAZIENTI CON DEFICIT DI RESPIRAZIONE NASALE E PROBLEMATICHE VOCALI**

Questo capitolo è dedicato alla trattazione del protocollo di lavaggi nasali osservato per la prima volta durante un periodo di formazione didattica in Spagna, a Santander, presso il Centro di Logopedia e Foniatria del Dottor Alfonso Borragan Torres.

Dall'osservazione dell'efficacia di tali lavaggi nasali, si è pensato di provare a proporli ad un campione di pazienti anche qui in Italia, con il fine di osservare quali cambiamenti apportasse e se risultasse una valida alternativa da consigliare tra le metodiche di igiene nasale.

Tramite registrazione e analisi dei campioni vocali, si sono voluti rilevare degli eventuali collegamenti tra protocollo di lavaggi nasali e aumentata idratazione cordale, identificabile, secondo la letteratura, tramite una diminuzione delle variabili di Jitter e Shimmer. Si sottolinea come un esame strumentale oggettivo (fibroscopia nasale e sotroboscopia) potrebbe effettivamente appurare un cambiamento a livello tissutale.

#### **6.1 Obiettivi dello studio**

Il presente lavoro ha come obiettivo quello di sensibilizzare maggiormente la consapevolezza di tutti nel riconsiderare l'importanza che il naso svolge per l'organismo e di facilitare il processo di respirazione tramite una soluzione a base naturale che allevii le infiammazioni tissutali.

Lo scopo è di osservare quali cambiamenti, soggettivi e oggettivi, possa apportare questa metodica di lavaggi nasali sia in ambito di respirazione sia di qualità vocali.

Con l'utilizzo di questo protocollo cerchiamo di sottolineare l'importanza dell'igiene nasale nei trattamenti dei disturbi vocali, proponendo un nuovo modo di effettuare i lavaggi nasali.

#### **6.2 Campione di pazienti preso in esame**

I partecipanti sono stati selezionati tra i pazienti del reparto di Riabilitazione Foniatria dell'Ospedale S.Camillo-Forlanini di Roma, e dell'Ospedale L.Spolverini di Ariccia. I criteri di inclusione utilizzati sono stati la presenza di deficit di respirazione nasale e di problematiche vocali.



Undici volontari, che presentavano i criteri d'inclusione, hanno firmato un consenso informato per poter partecipare.

L'età dei pazienti selezionati va dai 4 <sup>1/2</sup> ai 67 anni e comprende tre di sesso maschile (4 <sup>1/2</sup>, 6 e 67 anni) e otto di sesso femminile (7,9,30,35,50,51 e 65 anni).

I pazienti sono stati divisi in due gruppi: il primo formato da adulti con problematiche vocali (teleangectasie laringee, atteggiamento nodulare, paralisi cordale), il secondo formato da bambini disfonici. Entrambi i gruppi presentano deficit di respirazione nasale dovuti ad allergie, ipertrofie adenoidee, ipertrofia dei turbinati e sinusiti.

A ognuno di loro è stato spiegato il perché sia importante respirare attraverso il naso, e come applicare il protocollo di lavaggi nasali, al fine di liberare le vie aeree superiori dalla mucosità in eccesso e da residui di polveri e agenti esterni che si trovano filtrati all'interno delle cavità nasali.

### 6.3 Materiali e Metodi

#### Materiali:

La soluzione, utilizzata per i lavaggi, è composta da acqua, camomilla in fiore, timo, sale fino e bicarbonato.

- La camomilla utilizzata è stata quella in fiore di Qualità Extra (una validissima alternativa è rappresentata dalla "Camomilla Romana"). Questa pianta ha proprietà antispasmodiche, producendo un rilassamento muscolare, proprietà antinfiammatorie, grazie alla presenza delle mucillagini e dai componenti del suo olio essenziale con azione di protezione delle mucose. Viene, quindi, utilizzata come rimedio lenitivo, decongestionante, addolcente e calmante. La presenza di acidi organici e ai lattoni permettono che si possa utilizzare anche come antiflogistico. .
- Nel timo si ritrova un importante fenolo, il *timolo*, che dona a questa pianta le sue caratteristiche qualità. Infatti, ha un potere antisettico, conosciuto sin dall'antichità, in cui questa pianta veniva utilizzata per combattere l'asma e le infezioni della vescica. Presenta, inoltre, anche proprietà digestive e carminativo, molto efficace contro le infezioni alle vie urinarie e le infiammazioni dell'apparato respiratorio, per le sue proprietà balsamiche e fluidificanti.
- Il comune sale "da cucina" (cloruro di sodio) è un conduttore di trasmissione neurologica, è, infatti, importantissimo per il mantenimento e l'attivazione di meccanismi fisiologici vitali, come il passaggio degli impulsi nervosi, lo scambio dei liquidi e la regolazione della pressione. La maggioranza dei fluidi e tessuti corporei sono caratterizzati dalla presenza di una certa quantità di sale. Inoltre il sale è un potente disinfettante, in grado di alterare l'equilibrio osmotico

delle pareti cellulari dei batteri, provocandone la rottura, e, in caso di tessuti infiammati, provoca una maggiore essudazione di fluidi dai tessuti stessi con un ristabilimento di un normale tono mucoso e un'accelerazione dei processi di guarigione.

- Il bicarbonato di sodio è un sale debolmente alcalino, che, tramite il rilascio dello ione sodio, provoca delle alterazioni della struttura proteica, così da avere azione detergente sulla struttura dei microrganismi. Quest'azione, combinata all'innalzamento del pH dell'ambiente, ostacola la crescita batterica sulla superficie interessata. Le sue proprietà lo rendono utile nell'alleviare i sintomi del raffreddore, della sinusite, a decongestionare e a umettare le mucose e a curare il mal di gola.

La soluzione viene prodotta in casa, facendo bollire mezzo litro d'acqua e, una volta arrivato a ebollizione, aggiungendo la camomilla e il timo. Dopo aver fatto "riposare" i primi due ingredienti, per circa 3-4 minuti, si aggiungono il sale e il bicarbonato. Una volta pronto il composto, si filtra, tramite passino di stoffa, in un altro contenitore. La soluzione si comincerà ad utilizzare una volta arrivata a temperatura ambiente.

Successivamente si può travasare all'interno di una boccetta in vetro giallo di capienza di 30 ml. Questi contenitori si possono trovare in farmacia, consigliamo quelli con una capienza di 30 ml, ma possono andar bene anche quelli di 60 ml. L'elemento importante è il diametro della parte apicale dove va posto il tappo e che deve essere di 28 ml. Il tappo a spruzzino può facilmente essere trovato in negozi che vendono oggettistica per la casa; è importante che abbia la possibilità di regolare lo spruzzo in modalità "nebulizzazione", ovvero in modo tale che la soluzione non venga spruzzata come getto d'acqua ma come, appunto, una nebulizzazione. (Fig.22)  
E' preferibile che l'area da cui esce lo spruzzo abbia una forma rotondeggiante (come quella in figura), così da adattarsi maggiormente alla conformità anatomica delle narici.



Fig. 22 contenitore in vetro giallo con tappo spray

Ai pazienti del gruppo degli adulti sono stati somministrati dei questionari autovalutativi sia prima dell'inizio del protocollo di lavaggi, sia una volta terminato. Tali questionari hanno lo scopo di rilevare eventuali differenze, delle condizioni vocali e di respirazione, nel periodo pre e post-lavaggi.

- Voiss
- Questionario di misurazione dell'efficienza respiratoria.
- Questionario sulla consapevolezza del respiro e dei disturbi correlati alla disfonia

### Voiss

Il Voiss è un questionario di valutazione vocale soggettivo; è, infatti, il paziente stesso che lo auto-somministra a sé stesso.

Contiene 30 items che esprimono le disfunzioni vocali, ma che includono, anche, sintomi del tratto aero-digestivo superiore, quali: abitudine a schiarirsi la gola, sensazione di corpo estraneo, catarro, naso bloccato, comunemente associati ad una necessità di intervento terapeutico.

Si divide in tre aree di indagine:

Impairment: 15 items (1,2,4,5,6,8,9,14,16,17,20,23,24,25,27). Punteggio massimo: 60

Vissuto emotivo: 8 items (10,13,15,18,21,28,29,30). Punteggio massimo: 32

Sintomi fisici: 7 items (3,7,11,12,19,22,26). Punteggio massimo: 28

Ogni item presenta cinque risposte, correlate a quanto frequentemente si presenti il sintomo in questione (mai, quasi mai, qualche volta, quasi sempre, sempre).

Il punteggio spazia in una range che va da 0 a 120 (mai=0, quasi mai=1, qualche volta=2, quasi sempre=3, sempre=4).

Maggiore è il punteggio, maggiori sono le problematiche connesse alla qualità vocale.

#### Questionario di misurazione dell'efficienza respiratoria

Questionario di autovalutazione, non validato, creato durante la pratica clinica.

Sono state formulate delle apposite domande per elicitare l'attenzione del paziente su sintomi, più o meno evidenti, che hanno una correlazione con una problematica respiratoria nasale.

Ogni item presenta cinque opzioni di risposta, anch'esse basate sulla frequenza di comparsa del "sintomo" in esame (mai, quasi mai, a volte, spesso, molto spesso).

Il punteggio totale va da 0 a 64 (mai=0, quasi mai=1, a volte=2, spesso=3, molto spesso=4).

Maggiore è il punteggio, maggiore è la problematica connessa alla funzionalità nasale.

In ultima istanza, è stato registrato un campione vocale dei pazienti in esame, tramite software PRAAT, sia prima che iniziassero il protocollo di lavaggi, che una volta terminato.

Con questo programma è possibile analizzare i pattern acustici vocali.

I caratteri acustici che generalmente sono utilizzati nella caratterizzazione dell'emissione del soggetto e finalizzati alla diagnostica vocologica sono:

- Parametri relativi alla *Frequenza Fondamentale*
- Parametri relativi agli *Impulsi Glottici Individuali (Pulses)*
- Parametri relativi alla presenza d'interruzioni della sonorità (*Voicing*)
- Parametri relativi a microperturbazioni del *Periodo Fondamentale (Jitter)*
- Parametri relativi a microperturbazioni dell'*Ampiezza (Shimmer)*
- Rapporti energetici spettrali

#### Questionario sulla consapevolezza del respiro e dei disturbi correlati alla disfonia

È un questionario di autovalutazione, non validato, che indaga la consapevolezza del paziente riguardo il suo respiro.

Gli items presentano cinque opzioni di risposta basate sulla frequenza di comparsa (mai, quasi mai, a volte, spesso, molto spesso).

Sono stati presi in considerazione soprattutto gli items:

- 1. Ho consapevolezza del mio respiro

- 3. Sento di respirare bene attraverso il naso
- 11. Durante il sonno russo
- 12. Mi trovo frequentemente a respirare con la bocca aperta
- 13. Durante la notte bagna il cuscino con la saliva
- 14. Sento tensione/rigidità a livello di testa, del collo e delle spalle
- 15. Quando respiro alzo le spalle
- 16. La posizione della mia testa a riposo o mentre parlo tende ad essere in alto e in avanti
- 17. Soffro di dolore al tratto cervicale

Sono stati scelti questi items per la loro correlazione nel rilevare una disfunzionalità della respirazione nasale e le sue conseguenze.

#### Metodi:

Ai partecipanti è stato chiesto di interrompere gli eventuali protocolli di lavaggi nasali che stavano utilizzando, come Rinowash o i lavaggi con soluzione fisiologica tramite Neti Lota. Successivamente, è stato spiegato loro la modalità per preparare in casa la soluzione, fornendogli un promemoria scritto della procedura.

Il protocollo prevede che i lavaggi vengano effettuati due volte al giorno, utilizzando 20 ml di soluzione la mattina e 20 ml la sera.

E' stato detto ai pazienti di eseguire un breve esercizio di ginnastica nasale alla fine di ogni dose di soluzione (sia mattina, sia sera). Tale esercizio consiste nel sollevare con le dita, in modo alternato, le ali nasali di un lato, mentre si tappa l'altra narice, e di respirare così per qualche minuto. Ciò aiuta ad allenare le cartilagini nasali e le fascicolazioni muscolari a essere più toniche; infatti, molto spesso, nei casi di respiratori orali, si assiste a un'ipotonìa di questa zona nasale, dovuta all'inutilizzo dell'organo in questione.

Prima di iniziare il protocollo di lavaggi, di cui è stata stabilita una durata minima di una mensilità, sono stati dati ai pazienti dei questionari che hanno compilato autonomamente. Durante il mese di prova, hanno continuato la terapia logopedica per i loro problemi di voce.

Una volta terminata la mensilità, sono stati invitati a rispondere nuovamente ai questionari forniti in precedenza e a dare un giudizio soggettivo riguardo il protocollo sperimentale.

Il campione vocale è stato registrato tramite il software PRAAT.

E' stato chiesto al paziente di effettuare sette piccole registrazioni sia prima di iniziare il protocollo di lavaggi sia una volta terminato:

1. Breve presentazione di sé stessi, dicendo Nome e Cognome
2. Emissione continua del fonema /E/ fino a esaurimento aria, con tono di voce normale
3. Emissione continua del fonema /A/ fino a esaurimento aria, con tono di voce normale
4. Pronuncia della parola /aiuole/ in modo scandito
5. Intonazione della canzone "Tanti auguri a te"

6. Emissione continua del fonema /S/ fino a esaurimento aria
7. Emissione continua del fonema /Z/ fino a esaurimento aria

Si è deciso di analizzare il campione vocale relativo alla registrazione del nome e cognome, alla registrazione del fonema /A/ e a quella della pronuncia della parola aiuole. Di queste registrazioni sono stati analizzate le variazioni di *frequenza fondamentale*, *Jitter* e *Shimmer*.

Per *frequenza fondamentale* (F0) si intende la frequenza di vibrazione della glottide, mentre *Shimmer* e *Jitter* sono definiti come le perturbazioni di ampiezza e lunghezza del periodo della forma d'onda.

Sono state scelte le variabili di Jitter e Shimmer poiché corrispondono a quelle che, in base alla letteratura raccolta fino ad adesso, sono soggette a cambiamento in positivo qualora dovesse migliorare l'idratazione delle CCVV.

La soluzione è stata nebulizzata nelle narici utilizzando uno spray, con una modalità di spruzzo che prevede l'introduzione del beccuccio dello spray all'interno di una narice alla volta, mantenendo il contenitore perpendicolare all'entrata delle coane. (fig.23 e 24) E' importante che, durante l'inalazione, la bocca sia aperta e si eseguano dei respiri attraverso questa.

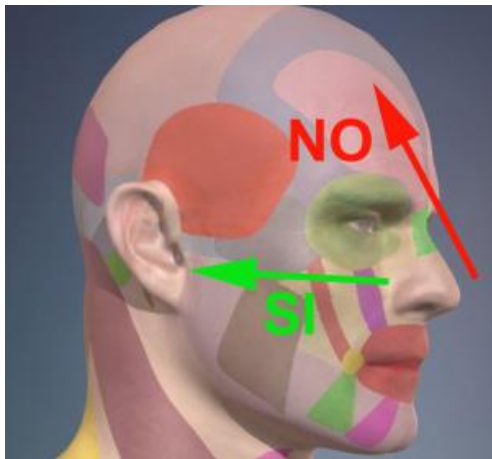


Fig. 23 Direzione corretta dell'orientamento dello spray nasale (<http://www.insaluteneuws.it/>)



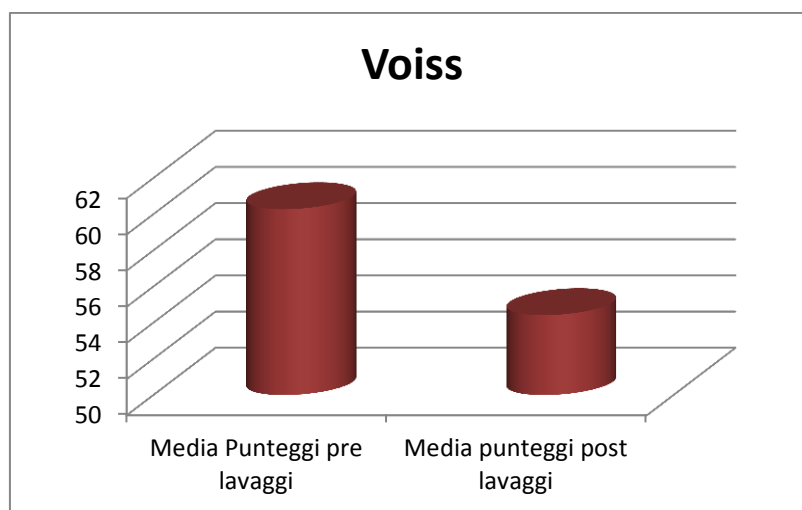
Fig.24 Modalità di applicazione della soluzione dei lavaggi nasali

## 6.4 Analisi dei risultati

	Voiss		Misurazione efficienza respirazione nasale	
	Pre-Protocollo	Post-Protocollo	Pre-Protocollo	Post-Protocollo
Paziente n°1	<b>52/120</b>	<u>49/120</u>	<b>25/64</b>	<u>14/64</u>
Paziente n°2	<b>50/120</b>	<b>46/120</b>	<b>28/64</b>	<u>24/64</u>
Paziente n°3	<b>89/120</b>	<u>80/120</u>	<b>26/64</b>	<u>21/64</u>
Paziente n°4	<b>90/120</b>	<u>86/120</u>	<b>43/64</b>	<u>34/64</u>
Paziente n°5	<b>61/120</b>	<u>53/120</u>	<b>34/64</b>	<u>27/64</u>
Paziente n°6	<b>38/120</b>	<u>34/120</u>	<b>28/64</b>	<u>25/64</u>
Paziente n°7	<b>42/120</b>	<u>33/120</u>	<b>23/64</b>	<u>12/64</u>

### Analisi dei risultati dei questionari

I seguenti risultati si riferiscono esclusivamente al gruppo degli adulti



I risultati suggeriscono che ci siano stati dei miglioramenti nell'ambito vocale.

Prima che i pazienti iniziassero il protocollo proposto, il punteggio medio era 60,28 su un totale di 120. Una volta terminato il protocollo, il punteggio è sceso a 54,42 delineando un miglioramento di come il paziente percepisce la sua voce e gli aspetti correlati a questa, a livello percettivo e soggettivo.

La variazione di punteggio, tra il periodo pre-lavaggi nasali e quello successivo al termine del protocollo, è di circa il 10%.



La media dei punteggi, prima dell'inizio del protocollo di lavaggi nasali, era di 29,57 su un punteggio totale pari a 64. Al termine del protocollo la media dei punteggi è diminuita, arrivando a 22,42. La variazione di punteggio, tra il periodo pre-lavaggi nasali e quello successivo al termine del protocollo, è di circa il 25%.

I risultati dei soggetti in esame suggeriscono un notevole miglioramento rispetto all'efficienza della respirazione nasale e rispetto alle correlazioni negative precedentemente più presenti.

I pazienti hanno riferito che la metodica di lavaggi nasali da noi proposta sia più efficace di altre provate precedentemente. Inoltre la maggior parte di loro ha notato che il muco espulso, dopo i lavaggi quotidiani, sia tale da permettere loro una respirazione nasale più libera e facile.

Secondo le loro testimonianze, molti casi di mal di testa da sinusite si sono attenuati o del tutto scomparsi e il fenomeno di russamento notturno si è notevolmente ridotto.

E' stato chiesto al gruppo adulti di rispondere ad un ulteriore questionario che indaga la consapevolezza che si ha del proprio modo di respirare.

Tale questionario non può essere valutato tramite punteggio, ma si può effettuare un'analisi di tipo qualitativo.



**Questionario sulla consapevolezza del respiro e dei disturbi correlati alla disfonia**

	Paziente n°1		Paziente n°2		Paziente n°3		Paziente n°4	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1. Ho consapevolezza del mio respiro	A volte	Spesso	Spesso	Spesso	A volte	Spesso	Spesso	Molto spesso
3. Sento di respirare bene attraverso il naso	Quasi mai	A volte	A volte	Spesso	A volte	Spesso	A volte	A volte
11. Durante il sonno russo	Spesso	A volte	Molto spesso	A volte	A volte	Mai	Spesso	A volte
12. Mi ritrovo frequentemente a respirare con la bocca aperta	Spesso	A volte	Molto spesso	Spesso	A volte	Mai	Molto spesso	A volte
13. Durante la notte bagno il cuscino con la saliva	Mai	Mai	A volte	Quasi mai	Mai	Mai	Spesso	Spesso
14. Sento tensione/rigidità a livello della testa, del collo e delle spalle	A volte	A volte	Molto spesso	Molto spesso	Molto Spesso	Spesso	Spesso	Spesso
15. Quando respiro alzo le spalle	Spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso
16. La posizione della mia testa a riposo o mentre parlo tende a essere in alto e in avanti	A volte	A volte	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	A volte
17. Soffro di dolore al tratto cervicale	A volte	A volte	A volte	A volte	Molto spesso	Molto spesso	Molto spesso	spesso

	Paziente n°5		Paziente n°6		Paziente n°7	
1. Ho consapevolezza del mio respiro	Spesso	Spesso	Spesso	A volte	A volte	Spesso
3. Sento di respirare bene attraverso il naso	A volte	Spesso	A volte	Spesso	A volte	Spesso
11. Durante il sonno russo	Quasi mai	Quasi mai	Molto spesso	A volte	A volte	Mai
12. Mi ritrovo frequentemente a respirare con la bocca aperta	A volte	Quasi mai	Molto spesso	Spesso	A volte	Mai
13. Durante la notte bagno il cuscino con la saliva	A volte	Quasi mai	A volte	Quasi mai	Mai	Mai
14. Sento tensione/rigidità a livello della testa, del collo e delle spalle	Molto spesso	A volte	Molto spesso	Molto spesso	Molto Spesso	Spesso
15. Quando respiro alzo le spalle	Spesso	A volte	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso
16. La posizione della mia testa a riposo o mentre parlo tende a essere in alto e in avanti	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso	Molto spesso	Spesso
17. Soffro di dolore al tratto cervicale	Molto spesso	Molto spesso	A volte	A volte	Molto spesso	Molto spesso

Le risposte fornite dai pazienti, prima che iniziassero il protocollo di lavaggi nasali, denotavano la presenza delle problematiche correlate a un problema nella respirazione nasale. Ad esempio, molti di loro dichiaravano di non riuscire a respirare bene dal naso, di ritrovarsi spesso con la bocca aperta, di bagnare il cuscino con la saliva durante la notte e di non avere una completa consapevolezza del proprio respiro.

Tra le risposte si ritrovano anche problematiche relative al dolore cervicale, a una posizione impropria del capo e a un innalzamento delle spalle durante la respirazione.

Confrontando le risposte date dopo aver terminato il protocollo, si evince come le problematiche prima descritte siano per lo più diminuite o scomparse.

### Analisi delle registrazioni vocali tramite PRAAT

Legenda	
Nero	Dati pre-protocollo lavaggi
Blu	Abbassamento di Jitter e/o Shimmer
Verde	Jitter e/o Shimmer con valori normativi
Rosso	Aumento valore di Jitter e/o Shimmer

### Gruppo adulti

#### Voce di presentazione

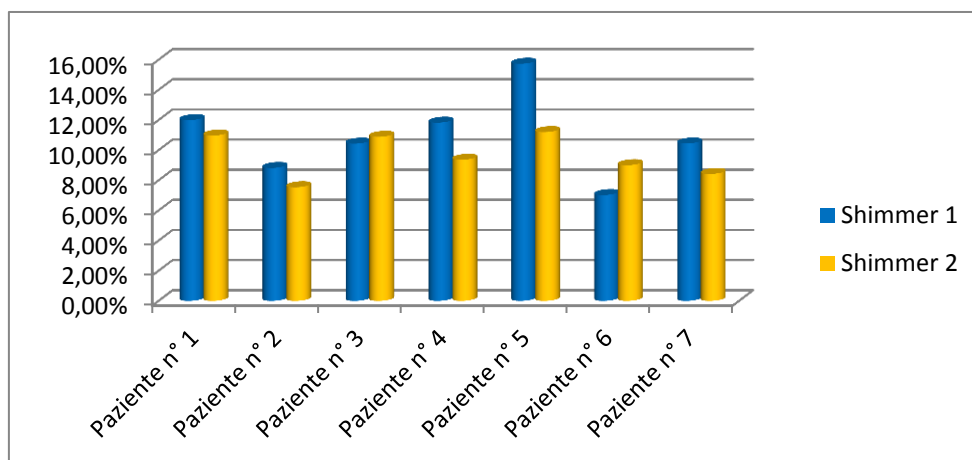
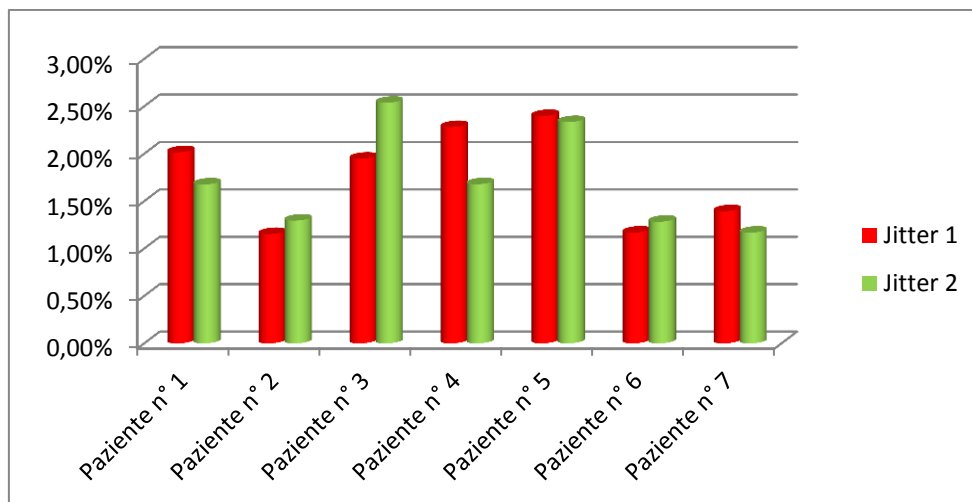
	F0		Jitter		Valore normativo < 0,92%	Shimmer		Valore normativo < 3,64%
	Pre	post	pre	post		pre	post	
Paziente n°1	166.176 Hz	187.984 Hz	2,016%	1,676%		11,995%	10,974%	
Paziente n°2	222.042 Hz	231.218 Hz	1,153%	1,295%		8,824%	7,545%	
Paziente n°3	233.363 Hz	233.499 Hz	1,948%	2,538%		10,437%	10,890%	
Paziente n°4	184,749 Hz	199,034 Hz	2,281%	1,679%		11,829%	9,369%	
Paziente n°5	95,789 Hz	204,035 Hz	2,398%	2,334%		15,738%	11,203%	
Paziente n°6	221.376 Hz	184.697 Hz	1,169%	1,283%		7,026%	9,006%	
Paziente n°7	216.923 Hz	213.161 Hz	1,394%	1,168%		10,444%	8,423%	

Fonema /A/ prolungato

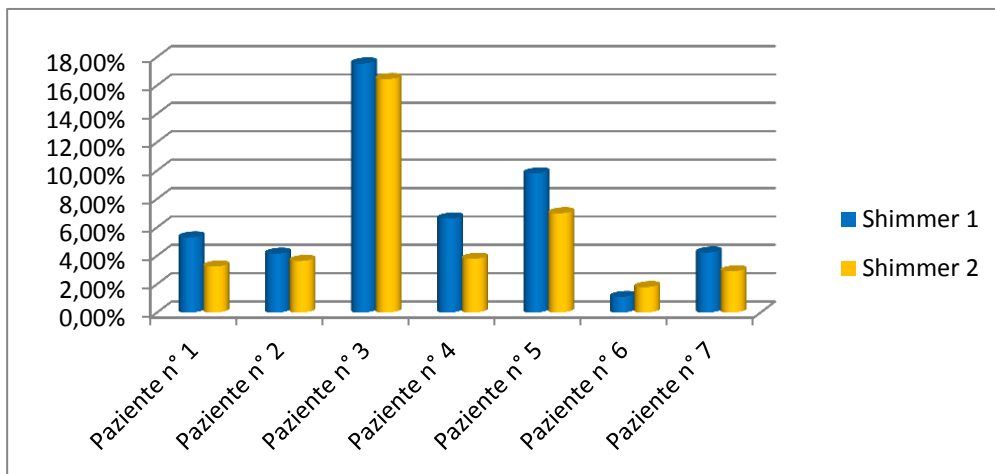
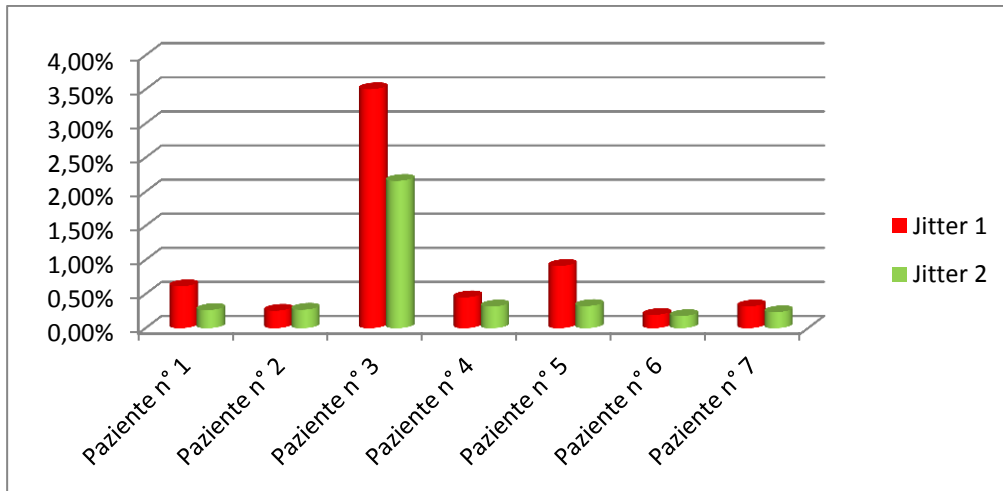
	F0		Jitter			Shimmer		
	Pre	post	pre	post		pre	post	
Paziente n°1	150.142 Hz	157.336 Hz	0,615%	0,266%	Valore normativo < 0.92%	5,295%	3,245%	Valore normativo < 3,64%
Paziente n°2	201.061 Hz	203.659 Hz	0,256%	0,271%		4,147%	3,639%	
Paziente n°3	167.748 Hz	137.100 Hz	3,504%	2,160%		17,553%	16,449%	
Paziente n°4	96,952 Hz	200,174 Hz	0,452%	0,318%		6,628%	3,793%	
Paziente n°5	105,013 Hz	207,650 Hz	0,913%	0,325%		9,802%	6,993%	
Paziente n°6	192.360 Hz	211.099 Hz	0,195%	0,177%		1,100%	1,791%	
Paziente n°7	261.074 Hz	194.514 Hz	0,320%	0,234%		4,227%	2,909%	

Voce parlata (/aiuole/)

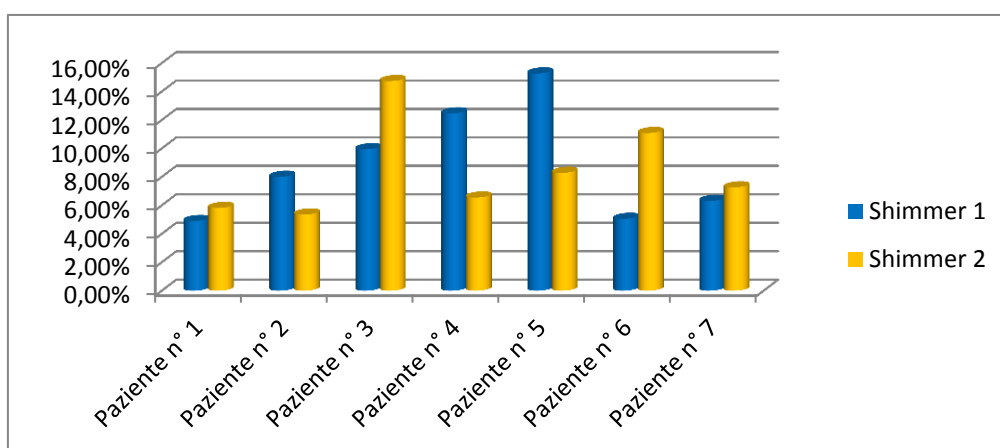
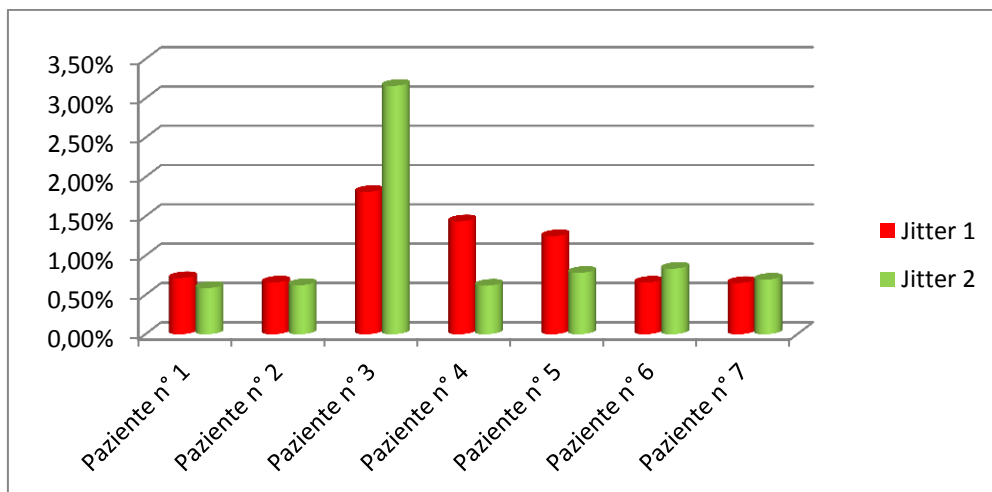
	F0		Jitter			Shimmer		
	Pre	Post	pre	post		pre	post	
Paziente n°1	161.869 Hz	174.274 Hz	0,714%	0,588%	Valore normativo < 0.92%	4,898%	5,820%	Valore normativo < 3,64%
Paziente n°2	195.451 Hz	196.139 Hz	0,659%	0,625%		8,010%	5,356%	
Paziente n°3	212.777 Hz	232.142 Hz	1,811%	3,160%		9,943%	14,739%	
Paziente n°4	181,482 Hz	196,273 Hz	1,437%	0,618%		12,469%	6,551%	
Paziente n°5	162,253 Hz	188,472 Hz	1,248%	0,782%		15,275%	8,284%	
Paziente n°6	185.313 Hz	194.163 Hz	0,657%	0,834%		5,052%	11,087%	
Paziente n°7	203.274 Hz	189.358 Hz	0,652%	0,695%		6,312%	7,264%	



Percentuale di Jitter e Shimmer pre (1) e post (2) lavaggi nasali. (Voce di presentazione)



Percentuale di Jitter e Shimmer pre (1) e post (2) lavaggi nasali (fonema prolungato/A/)



Percentuale di Jitter e Shimmer pre (1) e post (2) lavaggi nasali (/aiuole/)

Si può notare come l'andamento della variabile di Jitter sia irregolare, presentando in certi casi un valore minore rispetto all'inizio del protocollo e in altri casi anche valori maggiori. Risulta che lo Jitter aumenti nel 33,33% dei pazienti misurati a protocollo terminato; nel 28,57% il valore diminuisce non rientrando nei limiti normativi (< 0,92), mentre nel 38,09% diminuisce rientrando nei limiti normativi.

Anche lo Shimmer ha un andamento instabile: nel 33,33% i valori aumentano, nel 52,38% diminuiscono non rientrando nei limiti normativi (< 3,64%) e nel 14,28% dei casi diminuiscono rientrando nei limiti normativi.

In totale, il 66,66% dei pazienti mostra dei valori di Jitter e Shimmer minori rispetto all'inizio del protocollo.

Da quest'analisi si deduce che il protocollo di lavaggi nasali, associato alla terapia logopedica, abbia influito positivamente sui 2/3 del campione di pazienti scelto; quindi sembra che questa metodologia apporti cambiamenti favorevoli anche sui valori di Jitter e Shimmer dei pazienti facenti parte del progetto sperimentale.

Bisogna sottolineare come le variabili interdipendenti dei soggetti e le loro abitudini comportamentali (per esempio *reclage*, alimentazione, *malmenage* etc..) possano aver influito negativamente sui risultati.

### Gruppo bambini

Voce di presentazione

	F0		Jitter			Shimmer		
	Pre	post	pre	post		pre	post	
Paziente n°8	275.531 Hz	258.357 Hz	0.919%	1.122%	Valore normativo < 0.92%	10.507%	7.485%	Valore normativo < 3,64%
Paziente n°9	297.252 Hz	240.469 Hz	1.103%	1.078%		9.124%	5.965%	
Paziente n°10	275.118 Hz	234.810 Hz	0.906%	1.777%		7.743%	8.451%	
Paziente n°11	280.032 Hz	300.251 Hz	1.090%	2.192%		8.735%	10.776%	

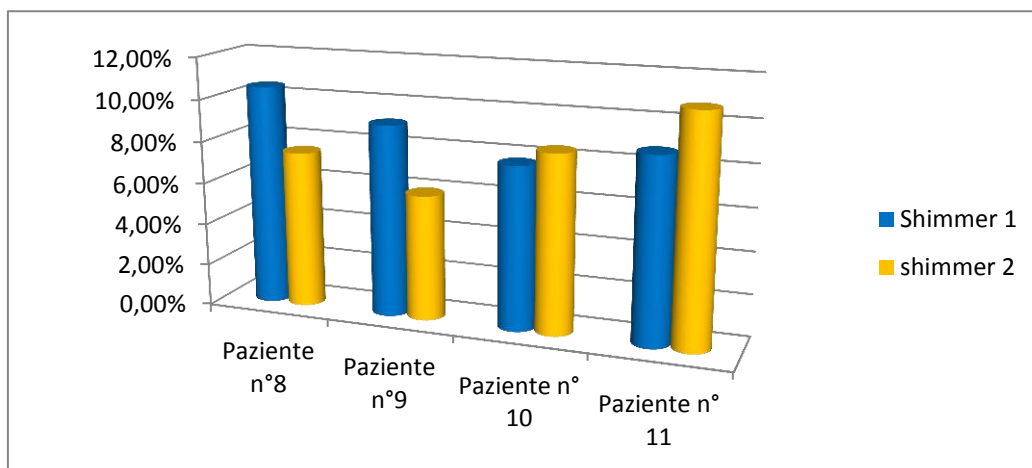
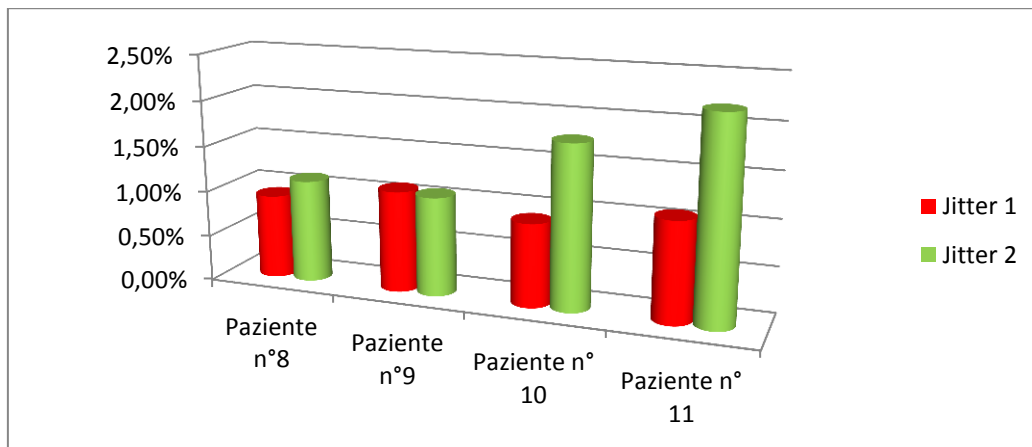
Fonema /A/ prolungato

	F0		Jitter			Shimmer		
	Pre	post	pre	post		pre	post	
Paziente n°8	250.305 Hz	247.906 Hz	1.006%	0.776%	Valore normativo < 0.92%	10.896%	6.047%	Valore normativo < 3,64%
Paziente n°9	292.196 Hz	266.748 Hz	0.304%	0.256%		3.104%	3.202%	
Paziente n°10	255.489 Hz	241.033 Hz	0.528%	0.498%		8.213%	6.194%	
Paziente n°11	288.219 Hz	307.797 Hz	0.667%	0.534%		7.623%	4.454%	

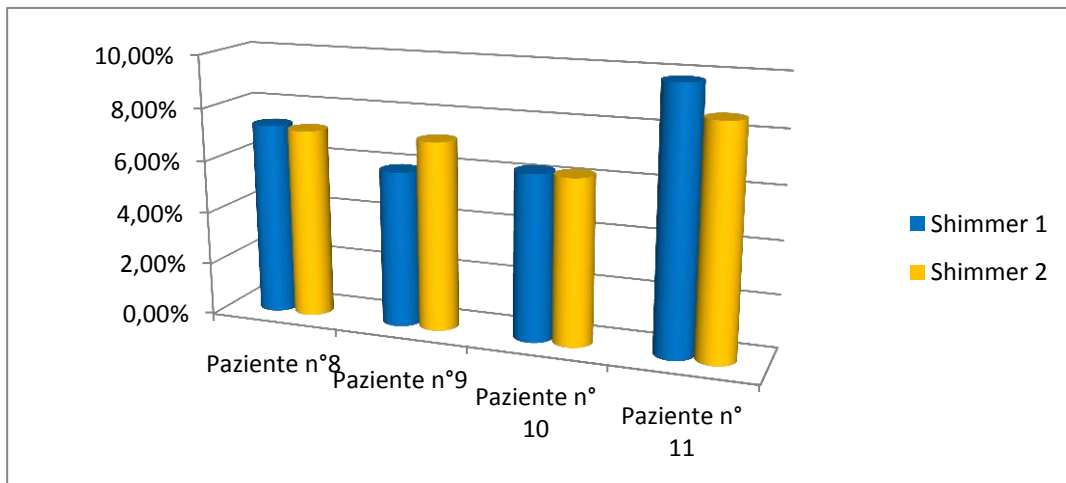
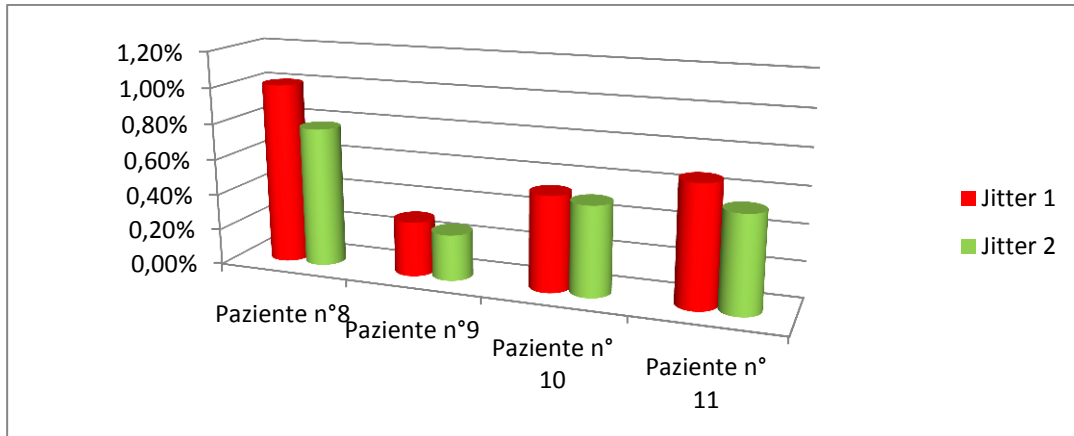


Voce parlata /aiuole/

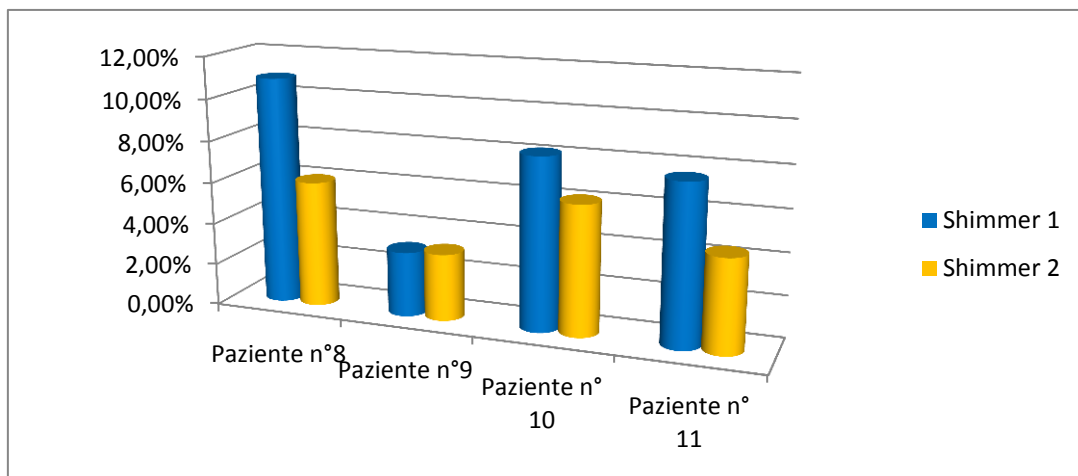
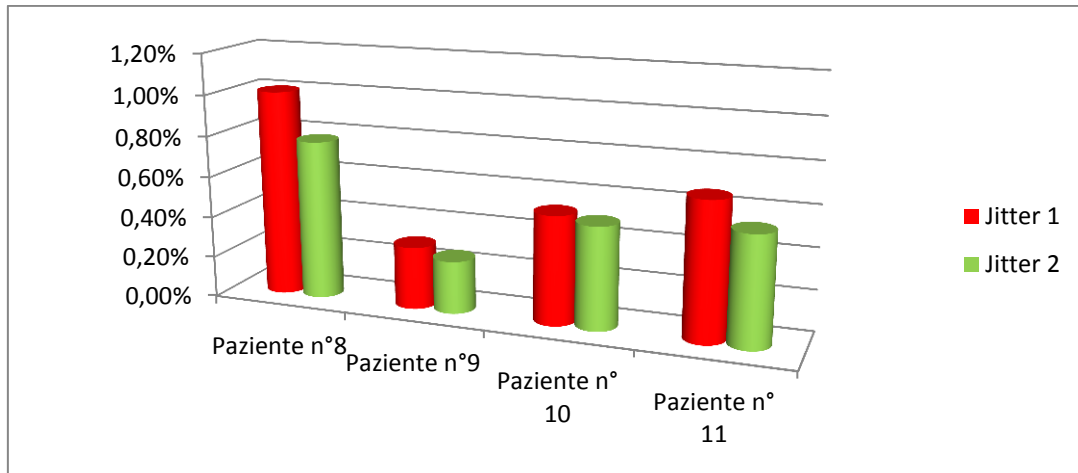
	F0		Jitter		Valore normativo < 0.92%	Shimmer		Valore normativo < 3,64%
	Pre	post	pre	post		pre	post	
Paziente n°8	249.252 Hz	250.329 Hz	0.759%	0.937%		7.276%	7.172%	
Paziente n°9	274.205 Hz	269.429 Hz	0.614%	0.668%		5.898%	7.137%	
Paziente n°10	256.288 Hz	218.804 Hz	0.581%	0.592%		6.275%	6.252%	
Paziente n°11	274.428 Hz	313.901 Hz	0.582%	0.407%		9.811%	8.625%	



Percentuale di Jitter e Shimmer pre (1) e post (2) lavaggi nasali. (Voce di presentazione)



Percentuale di Jitter e Shimmer pre (1) e post (2) lavaggi nasali (fonema prolungato/A/)



Percentuale di Jitter e Shimmer pre (1) e post (2) lavaggi nasali (/aiuole/)

L'analisi dei risultati dei valori di Jitter e Shimmer del gruppo bambini mostra un andamento irregolare in cui i valori certe volte aumentano e altre diminuiscono. Nel 50% dei casi il valore dello Jitter aumenta, nell'8,33% diminuisce non rientrando nei limiti normativi (< 0,92%) e nel 41,66% diminuisce rientrando nei limiti normativi. Nel 33,33% dei casi il valore dello Shimmer aumenta e nel restante 66,66% diminuisce non rientrando nei limiti normativi (< 3,64%). I valori dello Jitter sono diminuiti solo per il 50% dei campioni, mentre i valori dello Shimmer hanno coinvolto una fascia maggiore. Anche in questa circostanza si può presupporre che la modalità e la tipologia dei lavaggi nasali proposti abbiano influito positivamente sui valori di Jitter e Shimmer.

I pareri soggettivi riportati dai genitori e dai bambini stessi risultano essere più che positivi.

Infatti ci è stato detto che i bambini, grazie a questa metodica di lavaggi nasali, riescano a liberarsi il naso molto più efficacemente, arrivando a un livello di respirazione nasale non più impedito dalla precedente ostruzione. Inoltre i genitori hanno riferito che sia diminuito o scomparso del tutto il fenomeno di russamento notturno.

## **6.5 Valutazioni quali-quantitative del protocollo di lavaggi nasali**

Dall'analisi dei dati è emerso che i vantaggi siano stati ottenuti sia dal gruppo dei pazienti adulti sia dal gruppo dei pazienti bambini.

Sono stati raccolti i punteggi riguardanti misurazioni qualitative rispetto a questionari di auto somministrazione, ma anche punteggi relativi a misurazioni oggettive dei parametri vocali e entrambi sono risultati positivamente correlati alla metodica di lavaggi nasali da noi proposta.

A ogni paziente è stato chiesto di dare una valutazione soggettiva del protocollo appena sperimentato. La maggioranza dei giudizi è stata positiva, soprattutto correlati alla piacevole sensazione di poter respirare più “facilmente”, alla scomparsa o riduzione di mal di testa da sinusiti e al sensibile attenuarsi del fenomeno di russamento notturno.

Con i bambini i risultati sono stati più immediati e più evidenti. Ad esempio una paziente di 9 anni, durante il primo lavaggio, ha subito accusato un dolore all'orecchio sinistro, dovendo smettere la somministrazione. Si è deciso, allora, di diluire la stessa quantità di soluzione (40 ml totali al giorno) in più momenti durante la giornata; così la bambina ha potuto usufruire dei lavaggi nasali senza accusare il dolore, che successivamente non si è più presentato. La paziente in questione ha una storia d'ipertrofia adenoidea e dei turbinati, otite catarrale perforante a 4 anni, allergia agli acari e respirazione prettamente orale. Dopo una mensilità di lavaggi la situazione è cambiata radicalmente: la piccola paziente afferma di riuscire a respirare bene e di soffiarsi spesso il naso (cosa che precedentemente non faceva mai), di non avere più le fastidiose crosticine nasali, di non sentire più dolore all'orecchio (anche le otiti non si sono più presentate) e di non russare più la notte (dato fornitoci dai genitori). Inoltre è decisa a continuare questa pratica quotidianamente perché le allevia notevolmente i sintomi dell'allergia agli acari e vuole consigliarne l'utilizzo anche al padre e al fratello che presentano una situazione sintomatologica simile alla sua. Si è riportato questo caso perché risulta essere il più eclatante dal punto di vista dei risultati clinici più che positivi.

I genitori dei piccoli pazienti hanno tutti riferito, tranne uno, di preferire questa modalità di lavaggi proposta, piuttosto che altre come *Rinowash* o il *Neti Lota*. Lo stesso giudizio è stato dato da tutti i pazienti adulti, eccetto che uno.

Due soli pazienti hanno ritenuto, propriocettivamente e soggettivamente, che i lavaggi

nasali sperimentati non abbiano apportato grandi differenze; però questo loro parere appare contrastante con le risposte date ai questionari di auto-valutazione e con l'analisi dei parametri vocali che risultano migliorati.

Alcuni pazienti ci hanno riferito di aver preferito ripreparare la soluzione dopo 3-4 giorni, anziché una settimana come suggerito da noi; ritenevano che il cambiamento di colore e odore non giovasse ai loro sintomi.

Da ciò che hanno riportato i pazienti dei due gruppi, appare che i miglioramenti abbiano un'insorgenza più tardiva nel gruppo degli adulti rispetto a quello dei bambini.

Questo potrebbe essere dovuto alla cronicità del problema respiratorio e al conseguente tessuto lesionato da ormai molti anni e quindi più lento a riequilibrarsi istologicamente. Probabilmente, con questi pazienti, risultati migliori si potrebbero ottenere continuando la pratica dei lavaggi in un periodo a lungo termine. Alcuni di loro hanno spontaneamente deciso di proseguire a utilizzare questa metodologia come pratica d'igiene nasale e vocale quotidiana, offrendoci la possibilità di monitorare nel tempo eventuali cambiamenti positivi.

In questa sezione sono stati riportati i pareri soggettivi dei pazienti che hanno partecipato al progetto e si specifica che esami strumentali, come fibrolaringoscopia e stroboscopia, potrebbero fornirci ulteriori prove che accertino un cambiamento effettivo a carico delle strutture nasali (per esempio diminuzione di ipertrofia di turbinati e di adenoidi) e a carico dello stato d'idratazione delle corde vocali.

Infine aggiungiamo che l'efficacia dei lavaggi nasali proposti sia strettamente dipendente dall'adeguata aderenza al protocollo, poiché è un tipo di trattamento che comprende costanza e continuità nell'attuarlo.

## CONCLUSIONI

Si è creato un percorso che è partito dal spiegare brevemente perché sia fondamentale la corretta respirazione nasale, andando a descrivere in profondità come questo sia possibile a livello anatomo-fisiologico; sono state comprese le cause e le conseguenze di un disequilibrio in questo processo; si è descritto come poter rimediare a ciò e quali benefici siano apportati a livello sistemico e vocale. Infine, si è parlato del protocollo di lavaggi nasali proposto al gruppo di pazienti volontari e di quali miglioramenti abbia fornito a livello soggettivo e oggettivo.

Attraverso questo studio più approfondito sulle tematiche sopra citate, si è arrivati a comprendere il fondamentale contributo che la respirazione nasale dia all'organismo, ritenendo che sia uno degli obiettivi primari in ambito riabilitativo qualora sia limitata o impossibilitata.

Inoltre le correlazioni con l'idratazione delle CCVV inducono a poter inserire anche il protocollo qui proposto accanto alle usuali metodiche di lavaggi nasali e come consiglio d'igiene vocale.

I risultati ottenuti sono stati per lo più positivi, così da ritenere che questa pratica di lavaggi nasali possa essere inserita tra quelle d'igiene nasale da osservare quotidianamente.

La maggioranza dei pazienti è rimasta soddisfatta della nuova metodica provata, manifestando la volontà di proseguire con i lavaggi nasali da noi proposti soprattutto nei periodi di raffreddamento e di allergie.

Si ribadisce che una valutazione strumentale (fibroscopia nasale e stroboscopia) avrebbe rilevato maggiormente eventuali cambiamenti tissutali come riduzione dell'ipertrofia adenoidea e dei turbinati e eventuale grado maggiore d'idratazione cordale

Infine spero di aver suscitato l'interesse dei lettori ad approfondire maggiormente tali temi e a preservare con più cura la salute del nostro naso, che sappiamo essere di fondamentale aiuto e sostegno per l'omeostasi del nostro organismo.

## ALLEGATI

### **Allegato 1: Protocollo lavaggi nasali**

#### **Materiale:**

- Contenitore grande in cui conservare la soluzione
- Spruzzino
- Bocchetta in vetro, capienza 35 ml

#### **Componenti della soluzione:**

- 1/2 l di acqua
- 2 cucchiaini grandi di camomilla in fiore qualità "extra"
- 2 cucchiaini grandi di foglie di Timo essiccate
- 1 cucchiaino di bicarbonato
- 1/2 cucchiaino di sale fino

#### **Procedura:**

- Portare l'acqua a ebollizione.
- Spegnere il fuoco e aggiungere 2 cucchiaini di camomilla e 2 cucchiaini di timo.
- Lasciar riposare il composto per 3-4 minuti.
- Aggiungere successivamente il cucchiaino di bicarbonato e 1/2 cucchiaino di sale fino.
- Mischiare bene.
- Travasare la soluzione in un contenitore grande con passino di stoffa o calzino pulito
- Lasciar raffreddare fino al raggiungimento della temperatura ambiente.
- Versare la quantità necessaria all'interno della bocchetta in vetro.

La soluzione preparata potrà essere conservata in frigo per una settimana.

Durante il periodo di conservazione, potrà andare in contro a cambiamenti di colore che sono fisiologici e naturali, dovuti a processi di ossidazione.

#### **Utilizzo:**

- Spruzzare all'interno delle narici 20 ml (totali) di soluzione la mattina e 20 ml (totali) la sera.
- Lo spruzzo deve avere direzione perpendicolare alle narici stesse.
- Durante il procedimento, respirare a bocca aperta.
- Successivamente attuare procedure di ginnastica nasale: allargare attivamente, con le dita, una narice mediante l'apertura e lo stiramento verso l'esterno dell'ala del naso; chiudere la narice opposta, e respirare in questa posizione per circa 2-3 minuti. Ripetere lo stesso procedimento con l'altra narice.

Questa ginnastica ha lo scopo di rafforzare il lavoro e l'ipotonia delle ali del naso, che potrebbero essere poco toniche a causa dell'inadeguato utilizzo dovuto a una respirazione per lo più di tipo orale.

## Allegato 2: Voiss

### VoiSS

Data di compilazione: \_\_\_\_\_

1	Ha difficoltà a richiamare l'attenzione della gente?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
2	Ha difficoltà a cantare?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
3	Soffre di mal di gola?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
4	Soffre di raucedine?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
5	Le capita di non essere capito o sentito quando parla?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
6	Soffre di abbassamenti di voce?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
7	Tossisce o si schiarisce la gola?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
8	Ha la voce bassa o debole?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
9	Ha difficoltà a parlare al telefono?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
10	Il suo problema di voce le crea disagio, la fa star male o la deprime?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
11	Ha la sensazione di avere un corpo estraneo fermo in gola?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
12	Avverte un ingrossamento dei linfonodi del collo?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
13	Il suo problema di voce le causa limitazioni o condizionamenti?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
14	Parlare l'affatica?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
15	Il suo problema di voce la stressa o la rende nervoso?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata



16	Riscontra difficoltà a parlare in ambienti rumorosi?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
17	Ha difficoltà a parlare a voce alta o a gridare?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
18	Il suo problema di voce le crea tensione con la famiglia e con gli amici?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
19	Accusa un eccesso di secrezioni o di catarro in gola?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
20	Il suono della sua voce varia durante la giornata?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
21	La gente sembra essere infastidita dalla sua voce?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
22	Ha il naso chiuso?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
23	La gente le domanda se ha disturbi di voce?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
24	Ha l'impressione che la sua voce diventi stridula e secca?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
25	Sente che deve sforzarsi per parlare?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
26	Con che frequenza soffre di infezioni alla gola?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
27	Le capita che, mentre sta parlando, non le esce la voce?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
28	La sua voce la fa sentire inadeguato?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
29	Si vergogna del suo problema di voce?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata
30	Si sente isolato a causa del suo problema di voce?	Mai	Quasi mai	Qualche volta	Quasi sempre	Sempre	Domanda non appropriata

### Allegato 3: Misurazione efficienza respirazione nasale

#### Misurazione efficienza respirazione nasale

		Mai	Quasi mai	A volte	Spesso	Molto spesso
1	Le sembra di avere una scorretta e inefficiente respirazione nasale?					
2	Percepisce che una narice sia più libera dell'altra?					
3	Quando respira con il naso, produce dei rumori?					
4	Nota dei fastidi in zona frontale, nell'area sotto gli occhi e laterale al naso?					
5	Le capita che si formino delle crosticine e/o si verifichino degli episodi di sanguinamento nasale?					
6	Al risveglio, avverte secchezza orale?					
7	Ha l'impressione che, attraverso la respirazione nasale, non arrivi sufficientemente aria?					
8	Ritiene che il suo olfatto sia carente?					
9	Percepisce poco i sapori?					
10	Presenta più tensione a livello di labbra e lingua, quando respira con il naso?					
11	Nota la presenza di occhiaie scure sotto gli occhi?					
12	Quando si sveglia, trova il cuscino bagnato?					
13	Ha difficoltà attentive?					
14	Accusa, durante il giorno, stanchezza e irritabilità?					
15	Soffre (o le hanno fatto notare di soffrire) di russamento notturno?					
16	Soffre (o le hanno fatto notare di soffrire) di apnee notturne?					

**Allegato 4: Questionario sulla consapevolezza del respiro e dei disturbi correlati alla disfonia**

Questionario sulla consapevolezza del respiro e dei disturbi correlati alla disfonia						
		Mai	Quasi mai	A volte	Spesso	Molto spesso
1	Ho consapevolezza del mio respiro					
2	Soffro di patologie delle alte/basse vie respiratorie					
3	Sento di respirare bene attraverso il naso					
4	Mi sembra di avere difficoltà di respirazione mentre svolgo le mie attività					
5	Mi rendo conto che la mia voce dipende dal mio fiato					
6	Mentre parlo sento che mi affatico col respiro					
7	Ho una sensazione di strozzatura in gola alla fine della frase					
8	Parlo troppo velocemente senza avere la possibilità di effettuare adeguati rifornimenti d'aria					
9	Avverto bruciore, fastidio o dolore in gola					
10	Ho tosse stizzosa e/o avverto la necessità di schiarirmi la gola					
11	Durante il sonno russo					
12	Mi ritrovo frequentemente a respirare con la bocca aperta					
13	Durante la notte bagno il cuscino con la saliva					
14	Sento tensione/rigidità a livello della testa, del collo e delle spalle					
15	Quando respiro alzo le spalle					
16	La posizione della mia testa a riposo o mentre parlo tende ad essere in alto e in avanti					
17	Soffro di dolore al tratto cervicale					
18	Quando deglutisco avverto senso di costrizione					
19	Soffro di bruciore o acidità allo stomaco					
20	Durante la giornata avverto gonfiore allo stomaco					

M  F

Attività lavorativa .....



## BIBLIOGRAFIA

- Alfonso Borragán, Emanuela Lucchini, Marian Agudo, María José González, Andrea Ricci Maccarini – “Il Metodo Propriocettivo Elastico (PROEL) nella terapia vocale”
- Bolzan Gde P , Souza JA, Botton Lde M, Silva AM, Corrêa EC. – “Facial type and head posture of nasal and mouth-breathing children”
- Ciara Leydon, Mahalakshmi Sivasankar, Danielle Lodewyck Falciglia, Christopher Atkins, and Kimberly V. Fisher Ciara Leydon – “Vocal Fold Surface Hydration: A review” - Department of Speech Communication Arts and Sciences, Brooklyn College of The City University of New York
- David E White, Jim Bartley, Roy J Nates – “Model demonstrates functional purpose of the nasal cycle”
- De-Yun Wang, Yingying Li, Yan Yan, Chunwei Li, Li Shi – “Upper Airway Stem Cells: Understanding the Nose and Role for Future Cell Therapy” - Springer Science Business Media New York 2014
- F. H. Martini, J.L. Nath – “Fondamenti di Anatomia e Fisiologia” – Napoli: Ed. EdiSES S.r.l 2010
- G. Ruoppolo, A. Schindler, A. Amitrano, E. Genovese – “Manuale di foniatría e logopedia” – Roma: Ed. Società Editrice Universo 2012
- Harari D , Redlich M, Miri S, Hamud T, Gross M. – “The effect of mouth breathing versus nasal breathing on dentofacial and craniofacial development in orthodontic patients”
- J. Herranz González-Botas, N. Galindo Campillo, L. W. Desanto, M. García Simal – “Distribución anatómica y transporte de un gel líquido tópico nasal”
- Jesús Herranz González-Botas, Anselmo Padín Seara – “Gel nasal y hendidura olfatoria” - Servicio de Otorrinolaringología, Complejo Hospitalario Universitario A Coruña, A Coruña, España
- Joshua A. Lile, Shanna Babalonis, Cleve Emurian, Catherine A. Martin, Daniel P. Wermeling, and Thomas H. Kelly – “Comparison of the behavioral and cardiovascular effects of intranasal and oral d-amphetamine in healthy human subjects”

- Liezl van Wyk, Mariaan Cloete, Danel Hattingh, Jeannie van der Linde, and Salome Geertsema – “The Effect of Hydration on the Voice Quality of Future Professional Vocal Performers”
- Lodewyck D , Menco B, Fisher K. – “Immunolocalization of aquaporins in vocal fold epithelia”
- Mahalakshmi Sivasankar, Ciara Leydon. – “The role of hydration in vocal fold physiology”
- N. Achilles, N. Pasch, A. Lintermann, W. Schroder, R. Mosges – “Computational fluid dynamics: a suitable assessment tool for demonstrating the antiobstructive effect of drugs in the therapy of allergic rhinitis”
- O. Schindler – “La voce” – Padova: Ed. Piccin 2000
- O. Schindler, G.Ruoppolo, A.Schindler – “Deglutologia” – Torino: Ed. Omega 2011
- S. Magnani – “Curare la voce. Diagnosi e terapia dei disturbi della voce” – Milano: Ed. Franco Angeli 2013 (seconda edizione)
- Sivasankar M , Erickson E, Schneider S, Hawes A. – “Phonatory effects of airway dehydration: preliminary evidence for impaired compensation to oral breathing in individuals with a history of vocal fatigue”

## SITOGRAFIA

- <http://gellingeffect.com>
- <http://smofitalia.it>
- <http://www.aipro.it/>
- <http://www.care.american-rhinologic.org/>
- <http://www.cure-naturali.it>
- <http://www.macrolibrarsi.it/>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pupmed>
- <http://www.nuovadentale.net/>
- <http://www.unife.it/>

## RINGRAZIAMENTI

Scrivere non è il mio punto forte, e in certi momenti ho sempre adoperato una modalità *de visu*, preferendo ringraziare le persone a me care di persona.

Questo evento però richiede che si lascino scritti, così da durare *per sempre*, i pensieri di gratitudine più profonda che vengono dal cuore.

Ringrazio infinitamente la mia famiglia per avermi sempre supportato e avermi sempre incitato a dare di più e a fare del mio meglio, senza accontentarmi mai.

Vi ringrazio perché avete sempre avuto una parola di conforto e d'insegnamento, aiutandomi a creare e delineare la persona che ora sono.

Ringrazio, con il cuore in mano, il mio compagno Alessandro perché mi è stato accanto nei momenti più belli e nei momenti di sconforto che hanno accompagnato quest'ultimo periodo di preparazione della tesi.

Non esiste al mondo altra persona che abbia la capacità di farmi sorridere anche quando tutto intorno sembra buio. Per cui grazie, grazie, grazie per l'infinita allegria e serenità che sai donarmi.

Ringrazio profondamente le mie tutor e relatrici, Alessandra e Maria Pia, che hanno saputo consigliarmi saggiamente su come orientarmi in un progetto che sembrava più grande di me. E' anche grazie a voi che sono ancora più convinta della strada che ho intrapreso e so che avrò la possibilità di svolgere questa professione con i valori che mi avete insegnato.

Ringrazio il Dottor Alfonso Borragan Torres per avermi permesso di imparare da lui e dalle logopediste del suo staff una modalità di presa in carico del paziente innovativa ed efficace; di avermi insegnato ad osservare ogni sfumatura della persona che ci si ritrova di fronte e di avermi mostrato come adoperare con ingegno e creatività le mie risorse in modo da garantire al paziente il 100% dell'efficienza del trattamento.

Ringrazio tutte le mie compagne di corso che hanno reso meno fredde le giornate passate ad Ariccia, accompagnandole con sorrisi e spensieratezza.

Infine, ringrazio me stessa per non essermi mai lasciata andare, per essermi sempre impegnata con costanza e determinazione fino a raggiungere questo traguardo!

*Grazie!*