



# **BIO - LUBRIFICANTI VOCALI**

**Alunno:** Dott.ssa Camesasca Valentina

**Tutor:** Dr. Alfonso Borragán Torre

**A/A:** 2020/2021

- **Introduzione**
- **Premesse teoriche**
- **Obiettivo**
- **Materiali e Metodi**
- **Discussione**
- **Conclusioni**
- **Bibliografia**

## ~ INTRODUZIONE ~

Un'idratazione ottimale e un'adeguata lubrificazione migliorano significativamente qualsiasi voce disfonica e aiutano la riparazione dopo interventi di fonochirurgia, consentendo ad una voce di esprimersi al massimo in tutte le sue potenzialità.

La qualità vocale dipende dalla viscoelasticità dei tessuti delle Vie Aeree Superiori, in particolare da quella delle corde vocali: i tessuti devono essere turgidi per ottenere un adeguato cover mucoso in gel. È fondamentale che il muco abbia proprietà lubrificanti ottimali in modo da proteggere la superficie delle Vie Aeree Superiori e renderla scivolosa, per evitare lesioni da sfregamento. Una buona lubrificazione è una garanzia contro ogni tipo di lesione, oltre che un ottimo metodo di autoriparazione della lamina propria.

Ci sono ancora tante domande e dubbi aperti su questo argomento:

- *La sola acqua è sufficiente o c'è bisogno di altro che la renda più umida e ne amplifichi l'azione?*
- *È noto l'esatto funzionamento del trasporto ionico dell'acqua attraverso i canali epiteliali? Sappiamo come aprirli? Sappiamo come attivare nuovi canali?*
- *Sappiamo cosa fare affinché l'acqua permanga a livello della Lamina Propria in stato gelatinoso?*
- *Sappiamo come ridurre l'assorbimento dell'acqua da parte dei capillari e della linfa per far sì che il tessuto sia più turgido?*
- *Sappiamo qual è il lubrificante ideale per le CV?*

## ~ PREMESSE TEORICHE ~

La turgidità dei tessuti è considerata la base della loro viscoelasticità. Con il termine viscosità intendiamo una misura della resistenza al movimento o allo scorrimento che un fluido possiede o la resistenza di un elemento ad essere deformato. È un indicatore dell'attrito tra gli strati. Quando parliamo di viscoelasticità dobbiamo ricordare che qualsiasi tessuto del nostro corpo è costituito da un'elevata percentuale di acqua, che generalmente si trova sotto forma gel. Il gel rappresenta uno stato intermedio tra solido e liquido; è costituito da un fitto reticolo di molecole legate tra loro e liquido presente tra le maglie: la componente liquida impedisce che la rete formi una massa compatta e la componente solida impedisce che il liquido fluisca liberamente.

Le corde vocali sono caratterizzate da una struttura molto peculiare, con differenti proprietà meccaniche:

1. **Muco superficiale**, composto per il 93% da acqua:
  - **strato mucoso esterno**, di consistenza simile a gel: è composto principalmente da *glicoproteine* e *mucine ad alto peso molecolare*. Ha la funzione di proteggere dalle sostanze nocive esterne.
  - **strato sieroso interno**, di tipo liquido: è composto da *proteine* provenienti dal plasma e prodotte localmente, *a basso peso molecolare*.

È fondamentale che tra i due strati sia presente un surfattante naturale (formato da *proteine* e *fosfolipidi*) che agisca da tensioattivo per evitare la formazione di agglomerati di muco e di aderenze. È uno strato viscoso e fortemente influenzato dalla temperatura di attrito: a temperature più elevate, la viscosità diminuisce e l'onda mucosa sarà migliore. L'onda mucosa delle corde vocali serve a mantenere costante questo strato di muco superficiale protettivo, poiché genera pressioni negative di aspirazione al di sotto e al di sopra delle corde vocali favorendo la produzione ("spremitura") di muco dalle ghiandole. Per questo motivo bisogna evitare il riposo vocale dopo interventi di fonochirurgia o in caso di disturbi della voce.

2. **Epitelio**: 8-22 strati di cellule squamose con la funzione di mantenere la forma della corda vocale. I *desmosomi* sono fondamentali per mantenere l'adesione cellulare, poiché si ha una naturale tendenza alla divisione.

3. **Membrana basale.** Insieme all'epitelio è il punto cruciale delle aderenze tissutali: a questo livello sono presenti *collagene IV* ed *integrine*.
4. **Lamina propria:** struttura fibrillare molto turgida con *proteine idrofobiche*.
  - **Strato superficiale (spazio di Reinke):** fibre molto lasse di *collagene* circondate da *acido ialuronico*. È uno strato gelatinoso molto flessibile.
  - **Strato intermedio:** fibre *elastiche* disposte parallelamente al bordo libero della corda vocale.
  - **Strato profondo:** fibre di *collagene di tipo I* disposte parallelamente al bordo libero della corda vocale.

*L'unione di strato intermedio e profondo forma il **Legamento Vocale**.*
5. **Muscolo:** costituisce il corpo della corda vocale. Anche le sue fibre sono disposte parallelamente al bordo libero della corda vocale; si comporta come un fascio di elastici che può variare il suo livello di rigidità.

È essenziale fornire un giusto apporto di acqua alle vie aeree superiori per rendere turgido il tessuto connettivo ed esercitare un effetto lubrificante, in grado di impedire la frizione tra le corde vocali. Quando emettiamo un suono, infatti, le corde vocali si muovono ad alta velocità (100-150 vibrazioni al secondo negli uomini e fino a 250 vibrazioni al secondo nelle donne con voce più acuta) e l'assenza di una sostanza che lubrifichi la mucosa ne provocherà il "surriscaldamento", causando lesioni da sfregamento e disturbi vocali.

L'acqua fisiologicamente tende a raggrupparsi e concentrarsi in piccole gocce, poiché è un dipolo elettrico con numerosi ponti idrogeno che causano una tensione superficiale, spingendo le molecole a compattarsi in agglomerati. I surfactanti agiscono proprio come tensioattivi, permettendo all'acqua di diffondersi sulla superficie. A livello alveolare è presente un surfactante naturale composto per circa l'80% da *fosfolipidi* uniti alla *dipalmitoilfosfatidilcolina*, da un 8% di *lipidi neutri* e da un 12% di *proteine*. Ci sono numerose sostanze che agiscono come surfactanti: sodio laurilettere solfato, Mecryl, olio, glicerina, sapone, ecc... anche se tutte queste sostanze sono altamente tossiche per le vie respiratorie e non possono essere utilizzate come tensioattivi e lubrificanti a livello delle corde vocali.

Pensare alla lubrificazione significa metterla in relazione con il muco delle vie aeree superiori, soprattutto quello generato nei ventricoli di Morgagni.

Fisiologicamente il muco presente a livello delle vie aeree superiori è composto da:

- H<sub>2</sub>O (circa 95%)
- Elementi organici (3%), in particolare *mucine* (glicoproteine) e *proteine*.
- Minerali (2%)
- ClNa e Ca<sup>++</sup>, come nel plasma
- K<sup>+</sup>: 3-4 volte più concentrato rispetto al plasma.

Le mucine sono secrete dalle cellule caliciformi. Sono polimeri di *glicoproteine* disposte a forma di fibre annodate, che formano una matrice tridimensionale variabile da 10 a 30 nm di diametro e da 10 a 40 Mda di lunghezza. Sono macromolecole altamente glicosilate, con legami O-glicosidici tra gli zuccheri N-acetil- galattosamina e i residui di serina e treonina presenti nel nucleo. Esistono tre diversi tipi di mucine: *Sialomucine* (ricche di gruppi carbossilici) leggermente acide, *Sulfomucine* (ricche di gruppi solfato) molto acide e *Fucomucine* (ricche di gruppi metili) neutre. Più negativa è la superficie, maggiore sarà la rigidità del polimero e più acida è la secrezione mucosa, maggiore sarà la sua viscoelasticità. La viscosità del muco delle vie aeree superiori, quindi, dipende dalla quantità e dal tipo di mucine in esso contenute.

È fondamentale che il muco presente a livello delle corde vocali abbia proprietà lubrificanti ottimali in modo da proteggere la superficie mucosa e renderla scivolosa per evitare lesioni da sfregamento. La lubrificazione, infatti, è un processo più complesso rispetto alla semplice idratazione: le sostanze lubrificanti hanno un'azione idratante locale, ma aiutano anche a proteggere la superficie della mucosa, svolgendo un'azione protettrice e riparatrice.

Il processo di lubrificazione può essere suddiviso in tre momenti:

- l'agente umettante-lubrificante raggiunge i tessuti e ne umidifica la *superficie*;
- penetra nel tessuto e viene assorbito *dall'interno*;
- rende il tessuto più turgido, favorendo l'autoriparazione e la massima elasticità.

I lubrificanti hanno lo scopo di:

- **Aumentare l'onda mucosa laringea:** rendono la lamina propria più turgida, favorendo la mobilitazione di più fibre (proteine e glicoproteine) attraverso un "effetto massaggio". Maggiore è l'onda mucosa, migliore sarà lo strato di muco protettivo superficiale.

- **Migliorare l'idratazione faringo-laringea:** aumentano l'idrofilia della superficie della mucosa, migliorando in questo modo il turgore della lamina propria.
- **Favorire la rigenerazione della mucosa** dopo interventi di fonochirurgia o dopo un processo infiammatorio, soprattutto se cronico. I processi infiammatori, infatti, "erodono" l'epitelio superficiale delle corde vocali, azzerando lo strato protettivo di muco ed eliminando il fisiologico turgore del tessuto, con conseguente perdita di tutte le sue proprietà. Normalmente, infatti, la superficie rugosa delle corde vocali crea canali di flusso del muco e ne aumenta l'aderenza all'epitelio; la sua trasformazione in tessuto cicatriziale liscio, invece, fa scivolare il muco eliminando lo strato protettivo superficiale.

Il processo di lubrificazione, quindi, rende la lamina propria più turgida e protegge l'epitelio dagli attriti e dalle sostanze nocive esterne; stimola l'autoriparazione e consente ad ogni voce di esprimersi al massimo delle proprie potenzialità.

~ **OBIETTIVO** ~

La qualità vocale dipende dalla viscoelasticità dei tessuti delle Vie Aeree Superiori ed in particolare dal turgore delle corde vocali. Nella patologia laringea, il grado di lubrificazione dei tessuti è stato frequentemente sottovalutato, tuttavia, negli ultimi anni vari ricercatori e clinici hanno utilizzato diverse sostanze lubrificanti con buoni risultati nel trattamento dei disturbi vocali e nel miglioramento e potenziamento di una voce eufonica.

Un lubrificante è una sostanza con particolari caratteristiche di densità e viscosità, che permette di ridurre al minimo l'attrito tra due superfici scivolanti l'una sull'altra. Questo semplice concetto è valido nelle macchine, ma ha un significato molto più complesso nel corpo umano, in cui si ha una penetrazione nei tessuti che facilita e potenzia l'azione del lubrificante stesso. Qualsiasi sostanza applicata sulle mucose, infatti, ne modifica le proprietà e la struttura stessa. Per questa ragione sarebbe preferibile utilizzare un nome specifico quando c'è interazione tra la sostanza lubrificante ed i tessuti: *BioLubrificante* è il termine che utilizzeremo per la nostra ricerca.

L'obiettivo primario di questo studio è analizzare il processo di lubrificazione a livello delle corde vocali per approfondire le conoscenze di questo complesso meccanismo. Cercheremo di identificare quali siano le caratteristiche di un biolubrificante ideale e di individuare quale sostanza rispecchi al meglio questi parametri



~ **MATERIALI E METODI** ~

**CRITERI DI SELEZIONE DEL CAMPIONE**

***Criteria di inclusione***

- Popolazione sana (non patologie vocali e laringee note)
- Uso vocale professionale (insegnanti)
- Età: >18 anni e <60 anni
- Genere: Femmine e Maschi

***Criteria di esclusione***

- Patologia laringee nota
- Alterazioni vocali / disfonia nota

**GRUPPI DI STUDIO**

***Lubrificante naturale o endogeno***

1. *Saliva* + esercizi di onda mucosa per promuovere la penetrazione (MWE)

***Lubrificanti esogeni***

2. *Pectina* + esercizi di onda mucosa per promuovere la penetrazione
3. *Acido ialuronico* + esercizi di onda mucosa per promuovere la penetrazione

***Controlli***

4. Esercizi di onda mucosa senza sostanze lubrificanti
5. Uso vocale (parlato) senza sostanze lubrificanti e senza esercizi di onda mucosa

## **Esercizi di onda mucosa**

Specifici esercizi vocali di “onda mucosa” per favorire la penetrazione della sostanza ed ottenere una lubrificazione più efficace.

L'emissione di vocali gravi ad alto volume (/U/ grave ad alto volume) ha lo scopo di incrementare il movimento muscolare delle corde vocali in senso trasversale (“*allargamento*” dell'onda mucosa), mentre l'emissione di vocali acute con frequenza crescente (/I/ con glissando) serve ad ampliare il movimento in senso longitudinale (“*allungamento*” dell'onda mucosa).

## **Protocollo di esercizi**

- Introdurre una piccola quantità del biolubrificante (*saliva, pectina o acido ialuronico*)
- Mantenerla nel cavo orale per almeno 5 minuti senza deglutire (*Lubrificazione Senza Deglutizione*)
- Eseguire gli esercizi di onda mucosa cercando di mantenere la sostanza nel cavo orale, per far scivolare solo piccole gocce attraverso la faringe:
  - cicli di 3 /U/ grave ad alto volume + 1 /I/ acuta in glissando, alternando:
    - 3 respiri attraverso il naso (con frequenza respiratoria abituale) per inumidire in modo naturale
    - Vocalizzazione (3 volte /U/ + 1 volta /I/) della durata di 3 secondi
  - Ogni ciclo (3 /U/ + 1 /I/) ha una durata di circa 1 minuto
  - Gli esercizi di onda mucosa hanno una durata totale di circa 5 minuti (ciclo di 3 /U/ grave ad alto volume + 1 /I/ acuta in glissando ripetuto per 5 volte)
- Ripetere gli esercizi di onda mucosa per lubrificazione 2 volte al giorno
- Durata totale del protocollo di lubrificazione: 3 settimane.

## **VALUTAZIONE (PRE e POST)**

- Autovalutazione dei sintomi delle variabili di comfort: Voice Handicap Index (VHI)
- VideoLaringoStroboscopia (Protocollo di valutazione SIFEL)
- Analisi percettiva della voce: GIRBAS di Isshiki.
- Analisi acustica della voce: F<sub>0</sub>, Jitter, Shimmer, NHR, AVQI.
- TMF.

~ **DISCUSSIONE** ~

I disturbi vocali sono spesso associati a processi infiammatori, poichè rendono l'epitelio più vulnerabile a noxae patogene esterne, alle variazioni di temperatura, ai cambiamenti di pH, ed ai traumatismi prodotti da un uso eccessivo (surmenage) o scorretto (malmenage) della voce. Per favorire la riparazione epiteliale e prevenire problematiche di questo tipo è necessaria, oltre alla semplice idratazione, anche un'adeguata lubrificazione dei tessuti. "Lubrificare" significa apportare una sostanza che si cosparga sulla superficie e la renda scivolosa. I lubrificanti, infatti, hanno non solo un'azione idratante locale, ma aiutano anche a proteggere la superficie della mucosa, svolgendo un'azione protettiva ed auto-riparatrice. Il processo di lubrificazione rende la lamina propria più turgida, aumenta l'onda mucosa laringea, previene la formazione di lesioni da sfregamento e protegge l'epitelio dalle sostanze nocive esterne.

Un efficace lubrificante biologico, quindi, ha la funzione di:

- Ridurre l'attrito tra le superfici per evitare lesioni da microtraumi
- Penetrare nei tessuti ed interagire con essi per migliorarne l'umidità, elasticità e la coesione cellulare
- Dissipare il calore
- Attirare acqua ed altre sostanze per aumentare il turgore dei tessuti
- Generare più potenza grazie ad una dissipazione di energia (per attrito e calore) minima, consentendo una prestazione vocale migliore con minor lavoro e sforzo: economia vocale.

Il "*Bio-Lubrificante*" ideale dovrebbe avere queste caratteristiche:

- Umidificante (acqua)
- Gelificato (vettore di molte sostanze)
- Aderente a tutte le pareti (ritenzione con effetto serbatoio)
- Con carica elettrica (effetto ionico)

Dovrebbe, inoltre, rafforzare i desmosomi intercellulari ed il collagene della membrana basale (per la continua attività ed interazione con essi).

L'obiettivo di questa ricerca è identificare quale sia la sostanza lubrificante, specifica per le corde vocali, che rispecchi al meglio queste caratteristiche e funzioni, permettendo di ottenere proprietà dei tessuti e funzione vocale ottimali.

Esistono diversi protocolli di lubrificazione, ma tutti sono caratterizzati dall'applicazione a livello dell'orofaringe di un mix di sostanze lubrificanti e saliva, che vengono fatte scivolare verso la glottide, attraverso il metodo della "Lubrificazione senza deglutizione". Grazie a questo metodo, infatti, le sostanze lubrificanti possono diffondersi al meglio sulle corde vocali e su tutta la superficie del tratto vocale. È stato anche osservato che il potere dei lubrificanti si amplifica durante la fonazione, mentre è minimo a riposo, poiché una corretta onda mucosa massaggia la lamina propria e stimola la genesi di fibre collagene ed elastiche, induce il rinnovamento di glicoproteine e proteoglicani e promuove un flusso ottimale di messaggeri e fattori di crescita, oltre ovviamente a generare suono al meglio delle sue potenzialità. Ciò significa che parlare o cantare consente una maggiore penetrazione delle sostanze lubrificanti, per questo è importante eseguire esercizi di onda mucosa che favoriscano un processo di lubrificazione più efficace. Soprattutto quando si emette una voce più acuta, la velocità di movimento cordale aumenta e determina un incremento della pressione negativa di aspirazione del muco.

Gli effetti di una buona lubrificazione associata ad esercizi di onda mucosa richiedono almeno 15 giorni, ma per ottenere risultati ottimali è necessario seguire il protocollo di terapia per un mese. Occorrono, infatti, circa quattro mesi perché si verifichi un turnover cellulare completo a livello della mucosa glottica; per questo motivo è importante mantenere il trattamento per un lungo periodo affinché la lubrificazione sia pienamente efficace.

~ **CONCLUSIONI** ~

Un'idratazione ottimale e un'adeguata lubrificazione del tratto oro-faringo-laringeo, in particolare delle corde vocali, sono essenziali per favorire la riparazione dei tessuti dopo processi infiammatori o interventi di fonochirurgia. Migliorano significativamente qualsiasi voce disfonica e consentono al sistema fonatorio di esprimersi al massimo delle sue potenzialità. La qualità vocale, infatti, dipende dalla viscoelasticità, ovvero dalla turgidità, dei tessuti delle Vie Aeree Superiori: è fondamentale la presenza di un cover mucoso in gel con proprietà lubrificanti ottimali per proteggere la superficie cordale da agenti esterni, renderla scivolosa, ridurre l'attrito ed evitare lesioni da sfregamento.

Esistono diversi protocolli di lubrificazione, tutti caratterizzati dall'applicazione di un mix di sostanze e saliva attraverso il metodo della "Lubrificazione senza deglutizione".

Qualsiasi sostanza interagendo con la superficie delle mucose ne modifica le proprietà e la struttura stessa, per questa ragione nella nostra ricerca abbiamo preferito utilizzare il termine più specifico di "*BioLubrificante*". Il nostro obiettivo è analizzare il processo di lubrificazione a livello delle corde vocali per approfondire le conoscenze di questo complesso meccanismo e cercare di identificare quale sia la sostanza che rispecchi al meglio le caratteristiche di un biolubrificante ideale.

~ **BIBLIOGRAFIA** ~

- Javier Sotres and Thomas Arnebrant. Experimental Investigations of Biological Lubrication at the Nanoscale: The Cases of Synovial Joints and the Oral Cavity. *Lubricants* **2013**, 1, 102-131
- Anuj Kumara, Kummara Madhusudana Raoa, Sung Soo Hana. Application of xanthan gum as polysaccharide in tissue engineering: A review. *Carbohydr Polym.* 2018 Jan 15;180:128-144.
- Centro de Foniatria y Logopedia (CFL) - Santander (<http://foniatriaylogopedia.com>)
- Borragan AT. Hidratación y Lubricación para un alto rendimiento de la voz. Online-publication available at <http://gellingeffect.com/publicazione/>
- Leydon C, Sivasankar M, Falciglia DL, Atkins C, Fisher KV. Vocal fold surface hydration: a review. *J Voice.* 2009;23:658–665.
- Sivasankar M, Leydon C. The role of hydration in vocal fold physiology. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;18:171–175.
- Ayala KJ, Cruz KJ, Sivasankar M. Increased hydration in voice therapy: is there support for its widespread use? *Tex J Audiol Speech Lang Pathol.* 2007;30:47–57.
- Roy N, Tanner K, Gray S, et al. An evaluation of the effects of three laryngeal lubricants on phonation threshold pressure. *J Voice* 2003;17:331–42
- Leydon C, Wroblewski M, Eichorn N, Sivasankar M. A meta-analysis of outcomes of hydration intervention on phonation threshold pressure. *J Voice.* 2010;24:637–643.
- Verdolini K, Min Y, Titze IR, et al. Biological mechanisms underlying voice changes due to dehydration. *J Speech Lang Hear Res.* 2002;45: 268–281.