

IV.4. LA VIDEOKIMOGRAFIA

G. Peretti, C. Piazza, M. Giudice, C. Balzanelli, C. Mensi, M. Rossini

Simultaneamente all'affinarsi delle tecniche diagnostiche e terapeutiche in ambito foniatrico e fonochirurgico, si è progressivamente reso sempre più necessario il poter disporre di metodiche di valutazione oggettiva del ciclo vocale e delle sue alterazioni, sia patologiche che iatrogene post-trattamento.

La videolaringostroboscopia (VLS), pur essendo oggi considerata un esame di prima scelta nell'inquadramento diagnostico di numerose patologie funzionali laringee, risulta gravata da alcuni limiti intrinseci che ne condizionano l'applicazione clinica. L'immagine stroboscopica della vibrazione mucosa della corda vocale è innanzi tutto infatti un'illusione ottica risultante dalla ricostruzione virtuale da parte dell'occhio umano di fasi contigue di diversi cicli vocali, colti dai flash stroboscopici in istanti successivi. Per questo, in condizioni quali un'importante compromissione dell'intensità o un'aperiodicità del segnale vocale emesso, il meccanismo di illuminazione, regolato sulla frequenza fonatoria, risulta inefficace nella rappresentazione di fasi successive del ciclo vocale. L'immagine che in queste condizioni ne deriva risulta dunque sovrapponibile a quella ottenuta in una semplice videolaringoscopia mediante luce alogena, con assenza di informazioni sulle caratteristiche della vibrazione mucosa^{6 8 10}. La valutazione dell'esame VLS risulta inoltre sempre gravata da un'elevata variabilità intersoggettiva, ampiamente determinata dalla specifica esperienza svolta dall'operatore nel settore¹. Una quantificazione dei parametri di vibrazione mucosale e chiusura glottica al fine di confrontare i dati nell'ambito di una medesima popolazione o di casistiche appartenenti a differenti Istituti è inoltre difficile e di necessità da ricondursi a sistemi di punteggi più o meno personalizzati che, introducendo un'ulteriore variabile, complicano maggiormente l'espressione dei risultati⁷.

Per superare questi limiti, la ricerca applicata si è evoluta in due direzioni: la laringoscopia indiretta ad alta velocità e la videochimografia (VCG). Non tratteremo della prima tecnica in quanto di interesse quasi esclusivamente sperimentale per gli elevati costi, il notevole ingombro e la scarsa praticità e maneggevolezza della strumentazione necessaria^{4 5}. La VCG, invece, ideata e descritta per la prima volta nel 1984 da Gall² e successivamente sviluppata dalla Scuola Olandese^{6 8 10}, quantunque a tutt'oggi poco diffusa, presenta potenzialità che ne fanno intuire il futuro largo impiego nella diagnostica laringologica.

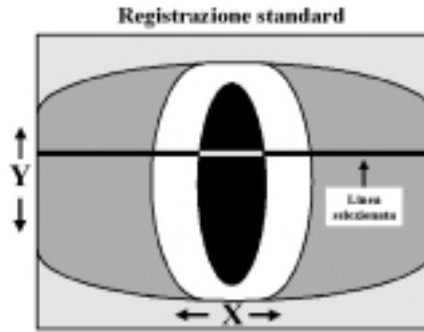


Fig. 1.

Il principio che consente di ovviare ai sopradescritti limiti della VLS è la possibilità di fotografare ad alta velocità (poco meno di 8000 scatti al secondo) una sottile porzione trasversale del piano glottico, indipendentemente dalle caratteristiche di emissione del segnale sonoro. La selezione della striscia del piano cordale da prendere in esame durante la VCG, viene eseguita passando da un'immagine videolaringscopica in bianco e nero (Fig. 1) alla registrazione ad alta velocità mediante un comando a pedale, nel momento in cui il margine superiore della videata è in corrispondenza del punto desiderato.

In tal modo, la porzione del piano cordale corrispondente alla striscia selezionata viene ripresa durante tutti i movimenti compiuti in senso medio-laterale nel corso di vari cicli vocali. Sul monitor appaiono, quindi, in tempo reale ed in sequenza verticale, tutti gli istanti successivi del movimento della striscia di glottide prescelta. Su una singola schermata, dunque, il tempo risulta rappresentato lungo l'asse delle ordinate (asse-y), mentre quello delle ascisse (asse-x) corrisponde ad una singola fotografia della striscia di glottide prescelta (Fig. 2).

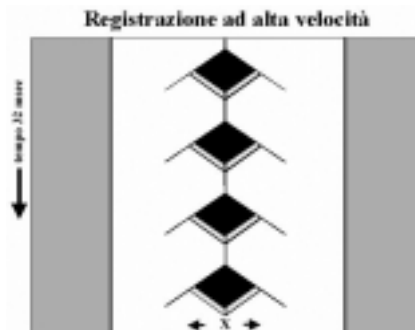


Fig. 2.

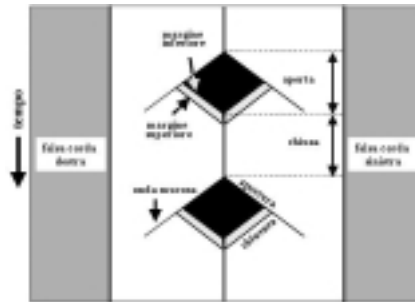


Fig. 3.

Mediante la registrazione digitale di queste immagini e la loro successiva valutazione al rallentatore, è così possibile analizzare in modo molto accurato le caratteristiche del movimento del punto prescelto del piano cordale durante più cicli vocali (Fig. 3).

Il fermo immagine delle videate più significative e la loro stampa su carta consentono infine il confronto diretto tra un Paziente e l'altro o tra quadri laringoscopici dello stesso caso in momenti differenti della storia clinica (pre- e post-trattamento, ad esempio). Come vedremo in seguito, su questa base sono inoltre possibili una serie di misurazioni oggettive ulteriormente confrontabili tra loro.

Limiti principali della VCG sono a tutt'oggi un costo aggiuntivo rispetto a quello della VLS, un maggior ingombro e peso della telecamera rispetto a quella normalmente utilizzata per la laringostroboscopia e la necessità di una maggior «compliance» da parte del Paziente. È infatti necessaria una notevole inclinazione in avanti ed in basso dell'ottica al fine di inquadrare le porzioni più anteriori della glottide e non è infrequente il riscontro di soggetti che tollerano a fatica l'esame anche dopo un'adeguata anestesia locale per contatto. Per questo motivo, particolarità anatomiche come un'epiglottide alta o conformata in modo atipico, un'ipertrofia o un'iperadduzione delle false corde e/o delle aritenoidi possono addirittura impedire una corretta esecuzione dell'esame³.

Nella VCG la messa a fuoco della telecamera e l'orientamento dell'ottica rispetto al piano cordale risultano inoltre di maggiore importanza rispetto a quanto osservato durante la VLS, rendendo l'esecuzione dell'esame tecnicamente più complessa. La scelta della porzione di glottide che si vuole esaminare è spesso difficile per la necessità di passare continuamente dall'immagine laringoscopica (in cui si seleziona la striscia glottica da valutare) a quella VCG (in cui si apprezza il movimento medio-laterale del punto selezionato). Per ovviare a tale inconveniente e per semplificare la metodica di esecuzione, alcuni Autori hanno ibridizzato la VLS e la VCG in una tecnica da loro definita videostroboscimografia⁹. Quantunque più semplice e fattivamente identico ad una normale valutazione laringostroboscopica, questo esame non consente, a nostro parere, di ottenere gli stessi risultati della VCG quanto ad accuratezza e definizione dell'immagine ottenuta. Il superamento delle difficoltà tecniche della VCG potrebbe invece essere ottenuto, come già in fase di

studio negli Stati Uniti, mediante la selezione e registrazione «off-line» della striscia glottica desiderata (Dati non pubblicati).

La valutazione dei parametri della VCG è al presente svolta in modo sostanzialmente qualitativo, basandosi sulla percezione soggettiva della simmetria della vibrazione cordale, della presenza o meno di un'insufficienza glottica costante in ogni fase del ciclo e dell'ampiezza della vibrazione di una corda rispetto alla controlaterale. Queste valutazioni, quantunque utilissime nel singolo caso, rendono difficili le comparazioni tra differenti soggetti, diverse condizioni patologiche e casistiche multicentriche. Per ovviare a questa limitazione, presso la nostra Clinica, dove la VCG è routinariamente applicata come esame complementare alla VLS dal Luglio 1999³, sono state standardizzate varie misurazioni oggettive volte ad ottenere parametri numerici facilmente confrontabili tra loro. La misurazione in millimetri, eseguita su stampe di diverse videate di uno stesso esame, dell'ampiezza della vibrazione cordale di un lato rispetto al controlaterale e l'espressione di questo valore mediante un rapporto consentono infatti di quantificare le caratteristiche dell'onda mucosa di entrambe le corde, sia prese singolarmente che l'una in relazione all'altra. Tale rapporto (R ampiezza) è un indice di asimmetrie nella vibrazione di una corda vocale rispetto alla controlaterale. Nel caso di patologia glottica unilaterale, il rapporto viene per convenzione calcolato mettendo al numeratore l'ampiezza misurata a livello della corda sana (Fig. 4).

Nello stesso modo si possono misurare l'ampiezza di un'insufficienza glottica o di una sovrapposizione compensatoria dei margini liberi superiori delle corde vocali. Un altro parametro utile all'oggettivazione di quei dati precedentemente valutati in modo esclusivamente soggettivo è inoltre il rapporto tra la lunghezza d'onda della vibrazione di entrambe le corde vocali. Tale rapporto (R lambda) è un indice in-

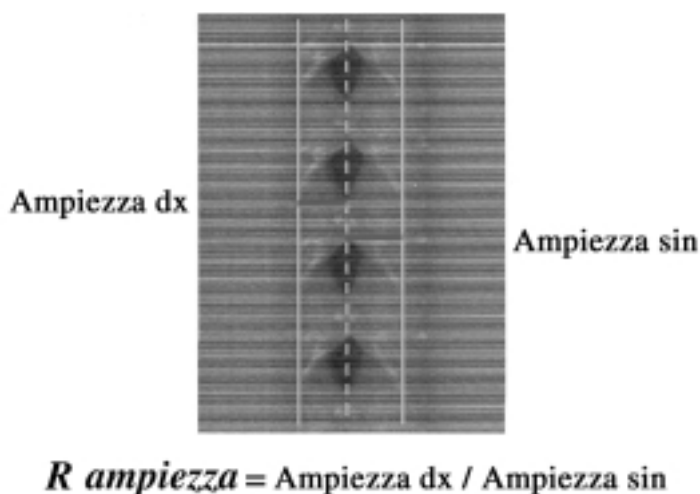


Fig. 4.

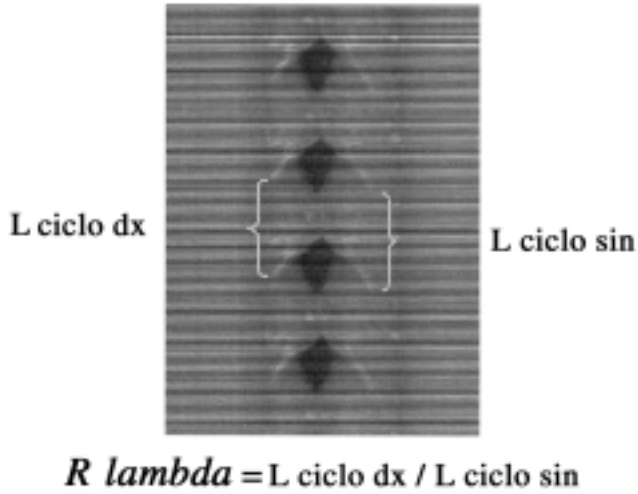


Fig. 5.

versamente correlato alla variazione di frequenza dovuta alle alterazioni strutturali patologiche della corda (Fig. 5).

La misurazione della lunghezza della fase di apertura e di quella di chiusura in un singolo ciclo glottico ed il calcolo del loro rapporto (R ciclo) sono invece correlati al grado di insufficienza glottica (Fig. 6) (Osservazioni personali, dati non pubblicati).

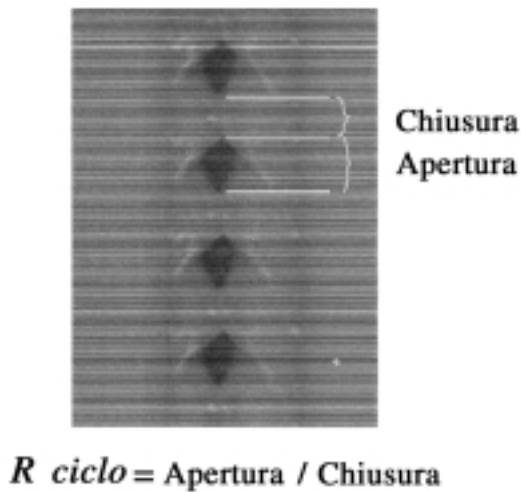


Fig. 6.

L'introduzione in un software dedicato di queste misurazioni, per ora eseguite soltanto manualmente, renderà in futuro più rapide, precise e riproducibili tali valutazioni numeriche. L'esecuzione di queste misurazioni in una vasta popolazione di controllo consentirà inoltre di stabilire parametri numerici «normali» al di fuori dei quali definire un pattern VCG di vibrazione cordale patologico. Si potrebbero di conseguenza definire precisi pattern vibratorii tali da inquadrare in modo specifico i diversi elementi nosologici ed apprezzare le modificazioni indotte dal trattamento logopedico e/o chirurgico nell'ambito di queste stesse patologie.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Colden D, Zeitels SM, Hillman RE, Jarboe J, Bunting G, Spanou N. *Stroboscopic assessment of vocal-fold atypia and early cancer*. Ann Otol Rhinol Laryngol 2001;110:293-8.
- ² Gall V. *Strip kymography of the glottis*. Eur Arch Otorhinolaryngol 1984;240:287-93.
- ³ Giudice M, Peretti G, Piazza C, Valentini S, Balzanelli C, Antonelli AR. *Preliminary experience in videokymographic examination of the larynx*. In: Abstract Book of the 6th Symposium of International Association of Phonosurgeons 2000;45.
- ⁴ Hess MM, Gross M. *High-speed, light-intensified digital imaging of vocal fold vibrations in high optical resolution via indirect microlaryngoscopy*. Ann Otol Rhinol Laryngol 1993;102:502-7.
- ⁵ Hirose H. *High-speed digital imaging of vocal fold vibration*. Acta Otolaryngol (Stockh) 1998;458(Suppl):151-3.
- ⁶ Mahieu HF, Peeters AJGE. *The value of videolaryngostroboscopy and videokymography in detection and imaging of early glottic carcinoma*. Eur Arch Otorhinolaryngol 1998;225(Suppl 1):36.
- ⁷ Peretti G, Piazza C, Balzanelli C, Cantarella G, Nicolai P. *Vocal outcome after endoscopic cordectomies for Tis and T1 glottic carcinoma*. Ann Otol Rhinol Laryngol, in press.
- ⁸ Schutte HK, Svec JG, Sram F. *First results of clinical application of videokymography*. Laryngoscope 1998;108:1206-10.
- ⁹ Sung M-W, Kim KH, Koh T-Y, Kwon T-Y, Mo J-H, Choi S-H, et al. *Videostrobokymography: A new method for the quantitative analysis of vocal fold vibration*. Laryngoscope 1999;109:1859-63.
- ¹⁰ Svec JG, Schutte HK. *Videokymography: High-speed line scanning of vocal fold vibration*. J Voice 1996;10:201-5.