

## IV.8. L'ELETTROMIOGRAFIA LARINGEA

M. Radici, L. de Campora

### INTRODUZIONE

L'elettromiografia laringea (EMG) è stata introdotta circa 60 anni fa da Weddel e, da allora numerosi elettrofisiologi della laringe, si sono occupati della analisi delle laringopatie motorie mediante studio della attività neuro-muscolare dell'organo vocale.

Solo negli anni '80, grazie all'impegno di laringologi Giapponesi ed Europei (negli USA la elettromiografia è poco impiegata), la metodica è passata da uno stadio sperimentale ad uno più propriamente clinico dimostrandosi di indubbia ed insostituibile utilità nella diagnosi differenziale dei disturbi motori della laringe<sup>3,6</sup>.

La disamina dei presupposti elettrofisiologici risulta indispensabile per la comprensione dei meccanismi che sottendono alla EMG.

Ogni volta che un potenziale d'azione passa lungo una fibra muscolare, una piccola quantità di corrente elettrica diffonde dal muscolo.

Se molte fibre muscolari si contraggono simultaneamente, la somma dei corrispondenti potenziali di azione può risultare anche molto grande. Se si inseriscono degli elettrodi rilevatori nel muscolo, se ne può registrare, dopo adeguata stimolazione, l'attività elettrica<sup>7</sup>.

In clinica, le alterazioni del tracciato elettromiografico, quali la fascicolazione e la fibrillazione risultano utili per mettere in evidenza eventuali anomalie dell'eccitazione muscolare.

L'elettromiografia consente lo studio della organizzazione funzionale delle unità motorie e del loro reclutamento in relazione alle modalità di attivazione volontaria.

Le fibre muscolari di una stessa unità motoria sono sottoposte allo stimolo degli assoni, contraendosi autonomamente solo in caso di danno assonale (come avviene nel caso delle denervazioni). Nel caso in cui l'EMG registri attività elettrica a riposo è quindi molto probabile una lesione dell'assone motorio.

La FASCICOLAZIONE nel tracciato EMG è un segno assai importante di danno neurale. Quando un impulso anormale si genera in una fibra nervosa motoria, l'intera unità motoria si contrae. Ciò provoca nel muscolo una contrazione sufficientemente forte da potersi notare come una leggera ondulazione. La fascicolazione si nota specialmente in seguito a distruzione dei motoneuroni spinali ovvero nel caso di lesione traumatica del nervo. Mentre le fibre nervose periferiche vanno de-

generando, nei primissimi giorni dopo l'insulto traumatico, vi si generano impulsi spontanei per cui si manifestano movimenti di fascicolazione. Dal muscolo si possono allora registrare caratteristici tracciati EMG, caratterizzati da deboli potenziali periodici<sup>3 4 8</sup>.

La FIBRILLAZIONE è un altro caratteristico segnale di danno neuro-muscolare. Una volta che siano stati distrutti tutti i nervi di un muscolo e che le fibre nervose abbiano cessato di funzionare (in genere dopo 3-5 giorni dall'evento lesivo) nelle fibre muscolari denervate cominciano a comparire impulsi spontanei. All'inizio ciò si verifica ad intervalli di pochi secondi ma, dopo qualche giorno o qualche settimana, la frequenza aumenta sino a 3-10 impulsi al secondo.

Ne deriva che le fibre muscolari, una volta perduta la loro innervazione, sviluppano una ritmicità intrinseca. Dopo parecchie settimane, l'atrofia delle fibre muscolari si sarà tanto estesa che anche gli impulsi fibrillatori cessano<sup>2 8</sup>.

La forma e le dimensioni dei potenziali generati dalla contrazione della unità motoria sono in relazione al numero di fibre muscolari che costituiscono ogni unità motoria.

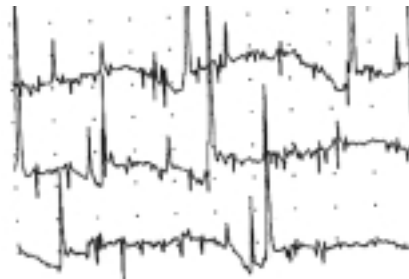
Durata, ampiezza e morfologia dei potenziali di unità motoria costituiscono importanti parametri di riferimento per la diagnosi di patologia. Una riduzione del numero di fibre muscolari (patologie primarie del muscolo) comporta un potenziale di unità motoria di dimensioni ridotte; al contrario l'aumento del numero di fibre muscolari per unità motoria (patologie neurogene periferiche con fenomeni di reinnervazione) determina dimensioni aumentate del potenziale di unità motoria.

La forza muscolare è funzione del numero di unità motorie reclutate e della loro frequenza di attivazione. Nelle patologie in cui vi sia una perdita di assoni motori, il tracciato EMG presenterà una riduzione del reclutamento spaziale mentre, in caso di patologie sopra-spinali si assisterà ad una alterazione del reclutamento temporale<sup>3 8</sup>.



**Fig. 1.**

Tracciato elettromiografico normale ottenuto mediante inserimento dell'ago-elettrodo nel muscolo tiro-aritenoideo sinistro, per via trans-cutanea. Il paziente è stato invitato a vocalizzare /a/ con intensità bassa (si noti la buona rappresentazione dei potenziali d'azione).



**Fig. 2.**

Emiplegia laringea sinistra conseguente a lobectomia tiroidea. Quadro EMG da denervazione registrato in fase precoce (10° giornata post-operatoria). Si noti la presenza di potenziali di fibrillazione e la completa assenza di potenziali d'azione sebbene il paziente stia vocalizzando /a/ con intensità volontaria massimale.

## MODALITÀ DI REGISTRAZIONE EMG

L'elettromiografia laringea può essere rilevata con due distinte metodiche:

- inserimento di micro aghi-elettrodo direttamente nel muscolo vocale, per via endoscopica sotto guida tele-laringoscopica diretta;
- registrazione mediante aghi-elettrodo introdotti per via trans-cutanea.

Nella nostra esperienza abbiamo messo a punto una metodica «mista» che prevede l'infissione degli elettrodi per via trans-cutanea, controllando il corretto posizionamento sia mediante verifica dell'attività EMG, sia mediante visione endoscopica (fibro-laringoscopia introdotta in laringe) <sup>6</sup>.

Tale metodica ha il vantaggio di consentire, nel corso dello stesso esame, anche la registrazione dell'attività elettrica del muscolo crico-tiroideo e, di conseguenza, di controllare l'integrità del nervo laringeo superiore. Ulteriore vantaggio è quello di evitare l'anestesia della laringe, non del tutto scevra di interferenze sulla successiva registrazione EMG.

La procedura da noi standardizzata consiste nei seguenti tempi di intervento:

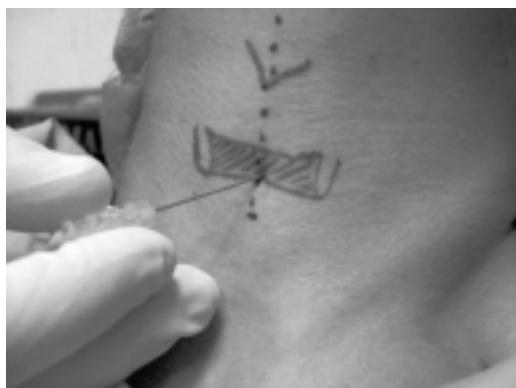
- introduzione trans-nasale del fibro-laringoscopia flessibile e, una volta raggiunta una soddisfacente visualizzazione della regione glottica e del cono sottoglottico, sua fissazione al bordo marginale mediante cerotti;
- esame della funzione del muscolo crico-tiroideo. A tal proposito, senza alcuna anestesia, si procede a puntura della membrana crico-tiroidea (1,5 cm dalla linea mediana, rasentando il bordo superiore della cartilagine cricoide) fino a visualizzare la punta dell'ago nell'endolaringe. A questo punto l'ago viene reintrodotto fino a sua completa scomparsa nello spessore della parete laringea. Il corretto posizionamento dell'ago-elettrodo viene controllato attraverso EMG (registrazione di attività neuromuscolare di entità crescente all'aumentare della frequenza vocale – assenza di potenziali derivanti dall'attività dei muscoli pre-laringei);
- esame della funzione del muscolo tiro-aritenoideo. L'infissione dell'ago-elettrodo avviene pungendo la membrana crico-tiroidea e, sotto controllo laringoscopico, visualizzando la successiva progressione dell'ago in senso medio-laterale e caudo-craniale, fino a scomparsa della sua punta nello spessore della corda vocale (Fig. 3).

La registrazione per via trans-cutanea dell'attività dei muscoli crico-aritenoideo laterale e posteriore, pur descritta in letteratura, non viene praticata routinariamente, sia per la notevole indagine, sia per il rischio di scatenare pericolosi riflessi vagali nel paziente.

L'attività muscolare viene da noi registrata in tre condizioni standard:

- a riposo (anche se tale condizione è più teorica che pratica potendosi rilevare attivazioni muscolari parassite durante la deglutizione e durante la respirazione);
- in corso di attivazione muscolare regolare;
- in corso di attivazione muscolare massiva.

Da tali registrazioni/base è possibile desumere importanti ragguagli circa la tipologia della laringopatia motoria, sulla sua natura e formulare precise indicazioni in merito al protocollo riabilitativo più adeguato.



**Fig. 3.**  
Tecnica di inserimento percutaneo dell'ago-elettrodo. Sono stati disegnati con matita demografica i principali punti di repere.

### INDICAZIONI ALLA ELETTROMIOGRAFIA LARINGEA

Da quanto detto, appare chiaro che l'EMG rappresenta una indagine strumentale che permette un significativo approfondimento diagnostico ed una più corretta indicazione terapeutica nei disordini della motilità laringea<sup>1 3 6 8</sup>.

Nel caso di turbe della motilità laringea, i problemi da chiarire sono i seguenti:

- diagnosi differenziale tra emiplegia di natura articolare (artriti/anchilosi/lussazioni crico-aritenoidee) ed emiplegia di natura neurogena;
- definizione della possibile origine miogena del disturbo motorio (miopatie).

A tal proposito è opportuno considerare come nelle paralisi da blocco della articolazione crico-aritenoidea, il quadro EMG sia del tutto normale.

Nelle forme da lesione neurale (lesioni dei nervi laringei), il tracciato EMG varia in relazione all'entità del danno e al tempo trascorso dall'evento lesivo (a seconda che siano già in atto o meno i fenomeni di reinnervazione).

Il follow-up di una paralisi ricorrente può essere effettuato attraverso registrazioni seriate della EMG.

In fase precoce, infatti, si assisterà ad una assenza completa di potenziali di unità motoria (potenziali di fibrillazione – onde lente positive). In fase intermedia sarà possibile registrare potenziali polifasici con una riduzione del reclutamento anche per attivazioni massive.

A reinnervazione stabilizzata è possibile registrare potenziali di tipo «gigante»<sup>3 7</sup>.

Attraverso un adeguato follow-up elettromiografico sarà anche possibile selezionare i pazienti candidati ad interventi di iniezione intra-cordale o di medializzazione ariteno-cordale.

In linea di massima, l'intervento riabilitativo di fono-chirurgia è controindicato nel caso di tendenza alla reinnervazione (ridotta atrofia del muscolo vocale con buon compenso), mentre sarà opportuno nel caso di tracciati EMG con caratteristiche persistenti da denervazione.

La diagnosi delle miopatie è del pari assai agevole attraverso la metodica elettromiografica (l'unica in grado di esaminare direttamente le singole unità motorie del muscolo).

Nelle forme degenerative saranno registrati potenziali di unità motoria di piccola ampiezza e breve durata con tracciato di «interferenza» (sovrapposizione e fusione di più potenziali di unità motoria) anche per attivazioni volontarie di debole entità.

Nella miastenia (patologia della placca neuro-muscolare) la peculiarità del tracciato EMG è quella della esauribilità del tracciato a seguito di attivazione volontaria reiterata.

La registrazione elettromiografica è inoltre indispensabile quale supporto delle tecniche di iniezione intra-cordale di tossina botulinica per il trattamento della disfonìa spasmodica.

Solo con la comparsa di potenziali di unità motoria sarà possibile essere certi che l'ago/elettrodo è realmente posizionato nel contesto del muscolo vocale, sede elettiva di infiltrazione del Botox<sup>3 6</sup>.

### IMPIEGO DELLA EMG IN AMBITO MEDICO/LEGALE

Il diffondersi dell'atteggiamento rivendicativo dei pazienti, di fronte a postumi insoddisfacenti della terapia, ha condotto ad un vertiginoso incremento delle azioni legali nei confronti dei Medici. Nell'ambito della chirurgia della testa e del collo, e di quella toracica, i disturbi acquisiti della motilità laringea giungono frequentemente alla attenzione degli Studi Legali.

Il trauma chirurgico costituisce, nelle casistiche degli ultimi decenni, la più frequente causa di deficit ricorrentiale con una prevalenza per il nervo laringeo inferiore di sinistra (decorso più lungo e più complesso) e per il sesso femminile (maggiore incidenza di patologia tiroidea di interesse operatorio).

Spesso, il rilievo di una emiplegia laringea, conseguente ad un intervento di tiroidectomia, contrasta con quanto rilevato dal chirurgo, certo di aver rispettato il nervo e di aver messo in atto tutte le misure idonee per garantirne l'integrità nel corso della dissezione.

L'elettromiografia rappresenta l'unico mezzo diagnostico in grado di differenziare una emiplegia da lesione del nervo da una da artrite crico-aritenoidea<sup>1 3 6</sup>.

La revisione di molti disturbi post-operatori della motilità della laringe ha condotto a spostare la responsabilità del danno dal chirurgo all'anestesista (intubazione traumatizzante con lacerazione della capsula articolare della aritenoide o con vera e propria lussazione condro-articolare).

È pur vero che una attenta registrazione EMG percutanea può costituire un'arma a doppio taglio in quanto in grado di svelare lesioni del nervo laringeo superiore (denervazione del muscolo crico-tiroideo) responsabile di molti (e talora gravi) disturbi della voce dopo chirurgia della tiroide, rimasti indefiniti per l'assenza di segni obiettivi (normale motilità cordale).

Un aspetto ancora più fine, utile nella definizione della prognosi del danno jatrogeno (e quindi nella fase di liquidazione dell'indennizzo), è rappresentata dalla diagnosi EMG della entità del danno subita dal tronco nervoso.

Solo nel 3° grado di Seddon di lesione neurale, si assiste ad una interruzione

della continuità del nervo e, in assenza di una neuroraffia chirurgica, la reinnervazione sarà impossibile (persistenti potenziali da denervazione).

Nel 1° e 2° grado, viceversa, il nervo viene variamente danneggiato, pur conservando una sua continuità anatomica. In tali casi sarà lecito attendersi una reinnervazione più o meno completa a distanza di tempo dall'evento lesivo (comparsa di potenziali di unità motoria da reinnervazione).

È possibile pertanto affermare l'importanza medico-legale della elettromiografia, non solo nella definizione della etiologia del disturbo iatrogeno della motilità laringea, ma anche nella formulazione della prognosi funzionale, attraverso un attento follow-up elettromiografico della laringe <sup>6</sup>.

### CASISTICA

L'elettromiografia, pur rappresentando un esame di «secondo livello» nella diagnostica laringologica, rientra tra le indagini specialistiche cui il foniatra deve far ricorso per porre una accurata diagnosi anatomo-fisiologica delle laringopatie motorie.

Negli anni 1990-2001, sono stati da noi esaminati 84 pazienti affetti da disturbi della motilità laringea, suscettibili di una integrazione diagnostica EMG.

Nella maggior parte dei casi, fatta esclusione per i pazienti portatori di disfonia spasmodica in cui l'EMG costituisce un esame complementare e, in buona sostanza, di «guida» alla iniezione intracordale di tossina botulinica, l'indagine elettrofisiologica diretta ci è stata richiesta per la valutazione di monoplegie laringee successive ad interventi di tiroidectomia.

La richiesta dell'esame si è inserita talora nell'ambito di perizie medico-legali in cui il quesito era quello di dirimere una supposta interruzione iatrogena del nervo laringeo inferiore.

In altri casi di emiplegia, la metodica è stata impiegata per valutare l'entità del recupero neuro-muscolare (andamento della reinnervazione) a distanza da un evento lesivo

Nella tabella seguente riportiamo i dati in nostro possesso relativi ai pazienti sottoposti, ad esame EMG nel periodo considerato.

Per quanto riguarda le complicanze, sono stati da noi registrati solo due casi di reazione vagale successiva alla introduzione dell'ago-trasduttore attraverso la membrana crico-tiroidea, in un caso associata a laringospasmo tale da richiedere assistenza respiratoria.

In un secondo altro paziente si è verificata la comparsa di un ematoma pre-laringeo, verosimilmente in seguito alla puntura accidentale dell'arteria crico-tiroidea.

In tutti gli altri casi la metodica è stata ben sopportata, senza apprezzabile disagio da parte del paziente e in tempi complessivamente contenuti.

L'associazione della introduzione trans-cutanea dell'ago-elettrodo con la visione diretta del tempo endolaringeo mediante fibroscopio flessibile (tecnica da noi introdotta oramai da oltre 5 anni), ha consentito di ridurre ulteriormente i tempi di esecuzione dell'esame con un sicuro guadagno in termini di accuratezza di registrazione.

## Suddivisione per patologia dei pazienti sottoposti ad esame EMG

Emiplegia laringea post-tiroidectomia	41
Emiplegia laringea conseguente a chirurgia toracica	8
Emiplegia laringea articolare	7
Monitoraggio del recupero neuro-muscolare dopo paralisi ricorrente	26
Miopatie	2
Totale	84

## CONCLUSIONI

L'elettromiografia laringea costituisce un esame estremamente specifico, sensibile ed attendibile in ambito laringologico.

I disturbi della motilità possono essere infatti esattamente diagnosticati e differenziati per sede ed etiologia.

L'esame EMG è infatti l'unica metodica in grado di distinguere una plegia di natura neurogena da una articolare e da una piogena.

Sono intuibili i correlati di ordine terapeutico, prognostico e medico-legale, nonché la possibilità di attuare un meticoloso ed oggettivo follow-up elettrofisiologico del paziente.

## BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup> Casolino D, Ricci-Maccarini A. *Fonochirurgia endolaringea*. Pisa: Pacini Ed. 1997.
- <sup>2</sup> Ford CN, Bless DM. *Phonosurgery*. New York: Raven Press 1991.
- <sup>3</sup> Galardi G, Cantarella G, Maderna L, Comi G. *Elettromiografia laringea Clinica*. In: Ottaviani A, ed. *Fisiopatologia dei nervi laringei*. Atti X Giornate Italiane di Otoneurologia, Pisa 1993.
- <sup>4</sup> Miller RH, Rosenfeld D. *The role of electromyography in clinical laryngology*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1984;92:287-91.
- <sup>5</sup> Parnes SM, Satya-Murti S. *Predictive value of laryngeal electromyography in patients with vocal cord paralysis of neurogenic origin*. *Laryngoscope* 1995;95:1323-6.
- <sup>6</sup> Radici M, de Campora L. *L'elettromiografia laringea nella indicazione alla riabilitazione chirurgica della monoplegia laringea*. Atti del Convegno «Giornate di Fonochirurgia», Cervia 1996.
- <sup>7</sup> Rodriguez AA, Myers BR, Ford CN. *Laryngeal electromyography in the diagnosis of laryngeal nerve injuries*. *Arch Phys Med Rehabil* 199;71:587-90.
- <sup>8</sup> Rossi B, Murri L, Siciliano G, Ursino F. *Valutazione elettromiografica nelle patologie foniatriche*. *Acta Phon Lat* 1990;12:137-72.