

FATIGA VOCAL Y FENOMENOS CONCOMITANTES *

DR. JUAN ANDRADE PRADILLO.

POR TENER cansancio vocal o por ronqueras es frecuente que se consulte al médico. Ha pasado la época en que todo se resolvía con descanso de la voz, es decir, indicar sencillamente que el sujeto dejara de trabajar; ya fuera profesor, conferencista, orador, radiolocutor o cantante, etc. En otras ocasiones cuando había ronquera se prescribían sistemáticamente pulverizaciones, vaporizaciones, expectorantes, vasoconstrictores, antibióticos; sin pensar que en la mayoría de los casos no se trataba de laringitis.

No vamos a considerar las enfermedades de la laringe ni de otras partes que forman el aparato vocal. Vamos a referirnos a la fatiga vocal y someramente estudiaremos las ronqueras ocasionadas por dicha fatiga.

La fatiga de los músculos que participan en la producción de la voz, puede sobrevenir después de un trabajo vocal prolongado. Como en todos los músculos su metabolismo pasa durante la fase anaeróbica por varias transformaciones: glucógeno-glucosa-glucosa 6 fosfato ácido pirúvico y ácido láctico. La actividad muscular exagerada puede dar lugar a la formación excesiva de ácido pirúvico, perturbándose de esa manera las fases subsiguientes de su metabolismo originándose combustiones incompletas que dan lugar a la falta de oxígeno (deuda de oxígeno), el cual es necesario para el funcionamiento de la fibra muscular, sobre todo cuando el ejercicio muscular sea intenso.

Los músculos que pueden sufrir de fatiga son los que entran en función para producir la voz, los cuales son:

* Leído en sesión del 19 de marzo de 1958.

1. Los músculos extrínsecos de la laringe que la hacen subir, bajar, bascular, la proyectan hacia adelante.

2. Los músculos intrínsecos que comprenden los tensores, los dilatadores y los constrictores.

3. Otros músculos como los del tórax, abdomen, faringe, boca, etc., que también forman parte del aparato vocal.

Respecto a los músculos tiro-aritenoideos, llamados cuerdas vocales, constituyen un sistema de fibrillas muy complejo. Hasta hace poco se pensaba que estaban constituidos por el tiroaritenideo inferior y el superior, lo cual bastaba para explicar la fisiología de la fonación; cómo el fuelle pulmonar en forma controlada arrojaba el aire a través de la hendidura glótica produciendo el sonido a semejanza de los instrumentos de cuerda y a los de viento; cómo las cuerdas variando en longitud, tensión y grado de separación de ellas hacían variar el tono y la intensidad. Esta teoría global decía que la laringe está regida por la presión de aire subglótico y la tensión de las cuerdas; tensión que está determinada por la actividad del centro fonatorio. A esta teoría se le ha llamado *myoelástica*.

Pero ahora resulta que junto con los hechos en los cuales se basa la nueva teoría *neurocronáxica*, al mismo tiempo se realizan estudios de anatomía fina, utilizando lentes y la luz polarizada llevando a la conclusión que esos músculos constituyen un sistema muy complejo.

Goertler encuentra dos clases de fibrillas, arivocales y tirovocales que no siguen una dirección paralela al borde libre de la cuerda vocal. Las fibrillas se insertan como dientes de peine sobre el borde libre.¹

Fritz Wustrow encuentra fascículos musculares que corren paralelos al otro. La porción tipo tiromuscular es diferente de la tirovocal. En el momento de la fonación la tiromuscular se coloca sobre la tirovocal en tal forma que al último la cruza y se coloca abajo. En la fonación los fascículos de la porción tirovocal corren entrelazándose entre sí, mientras que la porción abducente corre paralela a la otra. Las fibras del ligamento vocal radian entre los fascículos musculares y seguramente están conectados con el músculo vocal.²

Karl Heinz Vosteen usa la luz polarizada, en cortes congelados rodeados de gelatina de espesor de 120 mm., no coloreados; se estudian con el analizador y el polarizador cruzados y según su dirección las fibrillas musculares se dibujan en verde azul o amarillo sobre fondo rosa. Por una pequeña rotación de la preparación se pueden seguir las diversas fibrillas y concluye que:

1. Una gran parte del músculo vocal pasa sin interrupción del cartílago tiroideo al aritenoide.

2. Abajo del ligamento vocal hay numerosos haces musculares que se insertan al cono elástico, que parten unas del aritenoide y otras del tiroide.

3. Que existen además inserciones raras al nivel del ligamento vocal.³

De todo lo anterior resulta que la existencia de las numerosas fibrillas transversales y oblicuas explica el mecanismo de las cuerdas vocales que bajo la acción de la influencia de los potenciales de acción transmitidos por el recurrente a las cuerdas, forman concavidad hacia la parte interna formando la fase de abertura y dejan pasar al aire. Cuando cesa el influjo nervioso las cuerdas vuelven a la línea media debido a la elasticidad propia. Las fibrillas tienen semejanza a las fibrillas del miocardio tanto desde el punto de vista de su constitución histológica como de su fisiología, ya que tienen la interesantísima propiedad de fibrilar de moverse rítmicamente, de vibrar. La acción del recurrente es semejante a la ramas cardíacas del vago. La frecuencia del influjo nervioso reglamenta el ritmo de la vibración determinando la tonalidad. El músculo laríngeo tiene pues una actividad que no es solamente como en otros músculos la de contraerse y acortar su extensión sino también la de fibrilar que requiere proporcionalmente una cantidad mayor de nutrientes especialmente de oxígeno para satisfacer las necesidades metabólicas que se desarrollan con su actividad funcional. En este aspecto es comparable al músculo cardíaco que en forma semejante produce esta fibrilación que reclama también mayores cantidades de oxígeno.⁴

Es posible que la anoxia sea el principal factor en la determinación de la fatiga.

Si no se restablece el *status quo* químico se presenta la contractura y cuando es dolorosa, pasajera, paroxística, con afonía transitoria, constituye el calambre, sobre el cual hice un estudio especial que presenté en la Primera Conferencia Internacional de la Voz que se llevó a cabo en Chicago en el mes de mayo del presente año, trabajo que intitulé "Calambres de los Profesionales de la Voz".⁵

En dicho trabajo mencioné que su etiología y su patogenia no difieren de la de los otros calambres como los de los escribanos, nadadores, los calambres nocturnos, etc.

Además del factor determinante que es la fatiga, es necesario un terreno propicio.

Así, las modificaciones del metabolismo por enfermedades hormonales, enfermedades generales, perturbaciones del metabolismo glúcido y como

algunos han señalado la uricemia, influyen en la producción de los calambres.

A este respecto así mismo hay varias hipótesis que se basan en algunos hechos: Se han logrado electromiogramas en músculos con calambres y son semejantes a los tomados cuando hay una deficiencia de calcio en los nervios. La disminución de calcio en la sangre provoca la tetania, es decir, la actividad espontánea y desordenada de las células nerviosas motoras de donde contractura permanente de los músculos. El metabolismo del calcio está sometido a la acción de ciertas hormonas. Su eliminación está aumentada por la tirotoxina y al contrario las glándulas paratiroides segregan una hormona cuyo papel es mantener invariable la tasa de calcio en la sangre. Por otra parte ciertos esteroides córticosuprarrenales y la tirotoxina tienen la facultad de aumentar el sodio que es necesario para la actividad nerviosa. Este hecho explica el por qué se presentan calambres en casos de pérdidas de sodio por haber tenido que emplear diuréticos, o bien por diaforesis excesiva. Se han señalado como causantes de los calambres los procesos inflamatorios y los focos irritativos por mecanismos reflejos. El factor psiconeurótico influye sobre los profesionales de la voz así como sucede con los calambres de los escribanos. Yo lo atribuyo a que el psiconeurótico adopta malas posiciones, hace contracciones innecesarias, habla muy aprisa, sin ritmo, sin soltura y llega a producirse la fatiga.

Fué preciso entrevistar a los profesionales de la voz como cantantes, oradores, locutores, corredores del frontón, profesores de canto y sólo así pude recoger datos que fueron completamente insuficientes. Esto fué debido a que los enfermos no han sabido que se trataba de calambres, otros trataban de ocultarlo por considerar que era debido a sus nervios o a mala técnica vocal. Hice un estudio cuidadoso de 9 casos y llegué a las siguientes conclusiones:

1. Existe el calambre de los profesionales de la voz.
2. Su etiología y su patogenia no difieren de la de los otros calambres. Se piensa que la anoxia tenga un papel importante.
3. La frecuencia es seguramente mayor de lo que se cree.
4. El cuadro clínico está integrado fundamentalmente en lo general por dolor a un lado de la laringe produciendo imposibilidad de la fonación y raramente más largo de un minuto.^{6 a 13}

Los músculos vocales pueden trabajar durante largos períodos sin fatiga siempre que reciban estímulos rítmicos y que tengan suficientes nutrientes para pasar de la fase anaeróbica a la aeróbica y seguir respondiendo a los nuevos estímulos. Pero es necesario que todas las partes del aparato vocal

trabajen sinérgicamente pues de no ser así se presenta fatiga, es decir, cuando la técnica vocal es defectuosa. Es necesario un funcionamiento proporcionado, no salirse de su registro, respetar las leyes fisiológicas.

Las fuerzas mocionales y las reaccionales deben ser utilizadas correctamente, en forma equilibrada. Se entiende por fuerzas mocionales las producidas por la presión subglótica que tiende a separar las cuerdas y la elasticidad de ellas que tiende a acercarlas. Las fuerzas reaccionales son las que se ejercen sobre las cuerdas al entrar en vibración el aire del resonador. Las cuerdas adoptan en la fonación una posición determinada. Los potenciales de acción transmitidos por los recurrentes las hacen vibrar al mismo tiempo que pasa al aire, el cual a su vez entra en vibración produciendo un sonido fundamental y al llegar a las partes supraglóticas que constituyen el aparato resonador a su vez vibra el aire de estas cavidades siempre que reciba determinado sonido (su sonido propio) formando las armónicas del sonido fundamental. Cuando hay desacuerdo grande entre el número de vibraciones que emite la laringe y la frecuencia característica del resonador hay amortiguamiento del sonido. Para haber reforzamiento es necesario una acomodación complementaria de los músculos; puede llegarse a producir fatiga y aun crearse una miopatía cuando en el acomodamiento complementario los músculos adoptan posiciones forzadas.^{14 a 16}

La intensidad de la voz depende de la presión subglótica. Se comprende que una gran presión puede fatigar la musculatura tiroaritenoides, la cual debe sostener durante la fonación determinada posición.

Aparte de los conceptos anteriormente expuestos queda un capítulo importantísimo de estudiar que es la fatiga nerviosa en la fonación. Van den Berg, partidario de la hipótesis mioelástica dice refiriéndose a la teoría neurocronaxica, que esta última pide mucho al centro fonador y que cierto es esto, efectivamente el trabajo de los centros nerviosos es incalculable.

Ahora paso a exponer brevemente algunas experiencias recientes en las cuales se basa mucho de lo dicho.

Paul Laget estudia experimentalmente la vibración de las cuerdas vocales, en ausencia de toda corriente de aire, por estimulación eléctrica del recurrente de un perro, con observación estroboscópica de la respuesta laríngea. De estos resultados experimentales concluye que a cada llegada del estímulo las cuerdas se acercan rápidamente, hay pues una fibrilación; se explica haciendo estimulaciones de frecuencias crecientes, se explican las voces de pecho (monofase), de falsete (bifase), la trifase y la tetrafase (voces de Mado Robin, Yma Sumac).¹⁷

Husson estudia los fenómenos fisiológicos y acústicos fundamentales de la voz. Concluye: Que la adducción y la vibración de las cuerdas vocales son dos hechos diferentes e independientes. La enfermedad puede disociar los dos actos. La vibración de las cuerdas no es únicamente debida a la elasticidad poniéndose en conflicto con la presión subglótica. La frecuencia de la vibración es debida al influjo rítmico del recurrente proviniendo de los centros. Este influjo determina en cada período la contracción tetánica de las fibrillas transversales del tiroaritenoidoideo. A la estroboscopia se nota una morfología distinta según los sonidos emitidos ya sea de pecho, de falsete, paranormal o patológico. Las alteraciones de frecuencia reconocen una causa central. Las alteraciones de amplitud una causa periférica. Se establece que el vibrador laríngeo y las cavidades supraglóticas forman un sistema acoplado. Los estados reaccionales en las cavidades reglan la vibración de las cuerdas. El ritmo de los influjos recurrentes rige la altura o tono. La voz cantada depende de los influjos recurrentes con acomodo cortical. En la voz hablada si el sujeto hace omisión del tono, desinteresándose del de la frecuencia de la vibración se vuelve fluctuante; su centro es bulbar y arriba del bulbo.¹⁸

Moulouguet estudia el registro simultáneo sobre el hombre y *in situ* de los potenciales de acción de los recurrentes y de la voz en el curso de una operación de laringectomía total. Comprueba que los potenciales de acción aparecen con algunas décimas de segundo antes que las vibraciones de la voz.¹⁹

Portmann y Robin verifican electromiografías de las cuerdas vocales en el hombre que vienen a comprobar las experiencias de Laget y Husson.²⁰

De Croix de Lille según sus experiencias establece que no es posible hacer una separación entre las teorías mioelástica y neurocronámica. El tono o altura del sonido depende de la vibración de las cuerdas. La intensidad depende de la presión.²¹

Van den Berg de Groningen estudia la resistencia al aire y el principio de Bernulli; critica la teoría neurocronámica.²²

Rolf Timcke de Hamburgo por medio de su laringo-sincro-estroboscopia K.S.3 que produce de 65 a 1,000 encendidos por segundo, estudia entre otros puntos la duración de la fase de abertura de la glotis durante la fonación. Se puede determinar el cociente de abertura que es la relación entre la duración de la abertura de la glotis y la duración de un período vibratorio completo.²³

Encontró que el cociente de abertura así como la duración de la abertura glótica disminuyen cuando la intensidad aumenta. Y con intensidades

iguales el cociente no varía en relación a los tonos. Las diferentes vocales prácticamente no tienen efecto sobre el cociente.

J. A. Amado estudia las relaciones endocrinofoníatras.²⁴

Perelló hace estudios miográficos de los labios al emitir algunos sonidos estableciendo comparaciones con el funcionamiento glótico.²⁵

La fatiga puede ocasionar una hipokinesia de las cuerdas (relajación muscular). El diagnóstico se hace por la estroboscopia. Además del movimiento vibratorio lateral se nota un movimiento defectuoso en sentido vertical. Esta hipokinesia se puede presentar cuando haya un estado catarral de las cuerdas; también a consecuencia de alguna intervención o traumatismo, así como los padecimientos generales que traigan como consecuencia una astenia; las artrosis vertebrales, infección de las vías aéreas superiores como sinusitis, amigdalitis y además con los trastornos orgánicos.

Este mal funcionamiento de las cuerdas puede engendrar el nódulo y la monocorditis neurovasomotora.

CONCLUSIONES

La fatiga vocal se presenta:

1. Por exceso de trabajo vocal.
2. Por falta de nutrientes especialmente por oxígeno (deuda de oxígeno).
3. Por existir un terreno propicio como: alteraciones en el metabolismo muscular, enfermedades hormonales, disminución del calcio que provoca la actividad espontánea y desordenada de las células nerviosas motoras y por falta de sodio necesario para la actividad nerviosa.
4. Por mala técnica vocal alterando las sinergias correctas del aparato.

La fatiga puede producir:

1. Hipokinesia vocal.
2. Nódulos de las cuerdas.
3. Monocorditis neurovasomotora.

Por todo lo anterior se piensa que la fatiga vocal es un tema complejo y que bajo cualquier punto de vista constituye un problema difícil de resolver.

REFERENCIAS

1. *Goerttler, K.* Anat und Entwicklungsgesch. 115, 352-401, 1950.
2. *Wustrow.* Privat Dozent. The Anatomical Principles of the Movements of the Vocal Cords. The International Voice Conference. Chicago, mayo 1957.
3. *Vosteen Karl, Heinz.* Recherches Histologiques en Lumiere Polarisee sur la Musculature des Cordes Vocales. Revue de Laryngologie. Portmann, Bordeaux. Supplementum Juillet, p. 608, 1957.
4. *Garde, E.* La Voix. Paris. Presses Universitaires de France, 1954.
5. *Andrade Pradillo, Juan.* Cramps of the Professional Voice. The International Voice Conference. Chicago, 1957.
6. *Abramson, L. D.* Diagnosis and Treatment of Peripheral Vascular Disorders. New York, Hoeber Harper, 288, p. 13, 1956.
7. *Roger, Schachter.* Le Crampe Musculaire. Etude Clinique et Therapeutique. Semaine des Hopitaux Paris. 26:25, p. 3436, septiembre 1950.
8. *Callewaet, H.* La Crampe des Scribains Presse Med., Paris 64(42), p. 999, mayo 1956.
9. *Lippmann Hienz, I. M. D. and Perchuk, E. M. D.* Nocturnal Cramps of the Legs. New York, State Journal of Medicine, 1954.
10. *Exten, M. D. and Smith, M. D.* Muscular Cramps in the Elderly. The Practitioner Núm. 1050, Vol. 175, p. 748.
11. *Herlitzka, A.* Fisiología del Trabajo Humano. Editorial América de Buenos Aires, 1945.
12. *Andrade Pradillo, Juan.* Sobre la voz hablada y cantada. An. Soc. Mex. Otorrinolaringología, Núm. 8, Tomo II, p. 135, octubre 1950.
13. *Tarneaud, J.* Précis de Therapeutique Vocale. Paris, Librairie Maloine, S. A., 1955.
14. *Tarneaud, J.* Traité Pratique de Phonologie et de Phoniatrie. Paris, Maloine, S. A., MCMXLI.
15. *Tarneaud, J. y Seeman, M.* La Voix et la Parole. Paris. Maloine, 1950.
16. *Jacques, P.* Encyclopedie Medico Chirurgicale. Oto-Rhino-Laryngologie, 20725-7.
17. *Laget, P.* Reproduction Experimental des Cordes Vocales. Revue de Laryngologie. Portmann. Bordeaux. Supplementum, p. 132, fevrier 1953.
18. *Husson, R.* Stude des Phenomenes Physiologiques et Acoustiques Fondamentaux de la Voix Chantée. Paris. Editions de la Revue Scientifique, Serie A, 2334, N° D'Ordre 3206, 1950.
19. *Moulouquet, A.* Notions Nouvelles Concernant la Physiologie de la Phonation. Exposés annuelles d'otorhinolaryngologie, 1955.
20. *Portmann, G. and Robin, J. L.* Premieres Realisations D'Electromyographies des Cordes Vocales Chez L'homme. Revue de Laryngologie Portmann. Bordeaux. Supplementum p. 420, Mai 1956.
21. *De Croix, Lille.* France. Experimental Study in Man of the Vibrations of the Vocal Cords With and Without Current of Air. The Internacional Voice Conference. Chicago, 1957.
22. *Van den Berg.* The Myo-Elastic Theory of Voice Production. The International Voice Conference. Chicago, 1957.
23. *Timcke, Rolf.* Stroboscopic Analysis of Laryngeal Physiology. The International Voice Conference. Chicago, 1957.
24. *Amado, J. A.* Traitee de Endocrinophoniatrie. Paris.
25. *Perello, Jorge.* Barcelona. Pathogenesis of Vocal Nodules and Polyps. The International Voice Conference. Chicago, 1957.

FATIGA VOCAL Y FENOMENOS CONCOMITANTES *

COMENTARIO AL TRABAJO DEL DOCTOR
JUAN ANDRADE PRADILLO

DR. RICARDO TAPIA ACUÑA.

ES PARA mí una satisfacción y un verdadero honor el que, en cumplimiento del Reglamento de la Academia, me corresponda dar la bienvenida a uno de los otorrinolaringólogos que por propios merecimientos debiera haber estado con nosotros desde tiempo atrás. En efecto, el Dr. Juan Andrade Pradillo a más de ser un magnífico médico, ha creado una escuela de especialistas en el Hospital General, cuyos frutos se encuentran esparcidos en toda la República y en algunos lugares del extranjero, pese a la escasez de elementos materiales en dicha institución.

Los primeros ensayos serios sobre Foniatría datan de Manuel García, descubridor de la laringoscopia en 1854; ya que siendo profesor de canto le interesó ver su propia laringe y lo logró, habiendo hecho posteriormente muchas observaciones en las de sus discípulos y de cantantes famosos de la época. El Dr. Andrade ha querido en esta ocasión presentarnos un tema sobre esta rama de nuestra especialidad y su voz no puede ser más autorizada; pues él es quien mayor ingerencia ha tenido en nuestro medio en el desenvolvimiento de la misma. Su primer trabajo sobre Foniatría fué publicado en la revista "Medicina" en el año de 1930 y desde entonces no ha dejado de hacer estudios y dar a conocer sus resultados.

La laringe es uno de los órganos más maravillosos de que están dotados gran número de seres de la escala animal y de una manera preferente el hombre, quien ha sabido aprovechar la función de la voz no sólo para

* Leído en la sesión del 19 de marzo de 1958.

comunicarse sino también para desarrollar una de las tendencias más puras del psiquis, como es el arte. Por otro lado, en los tiempos actuales existen numerosos profesionales de la voz, aun cuando no todos ellos sean precisamente artistas y ahora, más que en los tiempos de Demóstenes sin duda, el médico tiene la obligación de proteger a dichos profesionales y curarlos si ha habido mal uso o abuso en sus actividades.

Entre las numerosas preocupaciones del laringólogo está la de conocer exactamente el mecanismo de la producción de la voz. Todos están de acuerdo en que para ello se requieren tres cosas: el *fuelle*, que reside en los pulmones, la *caña*, representada por la laringe y el *aparato de resonancia* constituido por la faringe, la boca y su contenido, las fosas nasales, el esqueleto de la cara, los labios, etc. Sin embargo, hay un punto que no está perfectamente esclarecido y es el que se refiere a la manera como la laringe cumple su papel. Existen para explicarla dos teorías: la tónica o mioelástica y la clónica. Esta última, la más reciente, surgió en vista de que en la mente de los investigadores todavía existían puntos oscuros; pero no todos han quedado satisfechos con ella. Negus, quien ha hecho estudios muy minuciosos en la laringe de la mayor parte de los vertebrados, se opone a ella. Se creyó que tomando películas a muy alta velocidad (hasta 5,000 cuadros por segundo) podría saberse la verdad del mecanismo de la fonación. Yo he visto algunas de estas notables películas y en ellas pude apreciar cierto movimiento ondulante de las cuerdas vocales que no me pareció represente contracciones clónicas del tiroaritenóideo. Cualquiera que sea la teoría aceptada, el funcionamiento es complicado.

Como ha podido demostrar el Dr. Andrade en su interesante ponencia, la musculatura de la laringe está sujeta a los mismos cambios metabólicos de las otras musculaturas y por lo tanto el médico debe recurrir a los exámenes clínico y de laboratorio constantemente.

Entre las causas predisponentes o adyuvantes que aproximan el umbral de la fatiga del músculo vocal, hay que tomar en consideración el tabaquismo, el alcoholismo y la obstrucción nasal. Cuando esta obstrucción es permanente o persiste por un tiempo más o menos largo, trae consigo infección faríngea y laringitis descendente, mediante un mecanismo ya conocido; pero aun cuando no esté presente la infección, los pacientes requieren hacer un mayor esfuerzo para producir la voz y pronto se fatigan.

Sé perfectamente que, de disponer de más tiempo para su presentación, el Dr. Juan Andrade Pradillo hubiera agregado otras cosas interesantes sobre el tema y espero que así lo haga en subsecuentes trabajos. No me queda sino darle la más cordial bienvenida a este gran amigo y compañero.