

“COMO CANTAN LAS AVES”

Med Vet. Gilberto Haddad
Cátedra de Clínica y Cirugía
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad Central de Venezuela

La Hemodinámia cardiorespiratoria de las aves involucra a dos sistema de alta especificidad y eficiencia que juegan un papel muy importante en la termoregulación central, en la biomecánica del vuelo, en el intercambio gaseo arterial, en la regulación circadiana de hormonas, en la reproducción y en la formación de emisiones de ondas sonoras en la fisiología del canto de las aves. Estas emisiones de ondas son captadas por el sistema de percepción sensorial auditiva del hombre, el cual la transforma dentro de sus márgenes auditivos en unos sonidos de agradable musicalidad.

El órgano fonador de las aves es la siringe, la cual es una cavidad acústica perfectamente aislada por musculatura externa e interna, situada en una zona profunda en la cavidad torácica, en el punto de bifurcación de los anillos cartilagosos de la traquea en los bronquios primarios. Este órgano de fonación esta constituido por las membranas timpaniformes y su musculatura correspondiente, (músculos siríngeos) los labios externos de la cavidad siríngea o membrana timpaniforme lateral y el sistema de sacos aéreos que impulsan el aire a través de ella. La siringe en las aves primitivas es un tubo simple con una membrana en su periferia, contenido en un saco aéreo clavicular, a medida que se va haciendo un órgano mas especializado desarrolla unas membranas que tienen origen en el cartílago cuneiforme (Membranas timpaniformes mediales), insertándose en unos músculos denominados siríngeos, para luego desarrollar en aves mas especializadas (*Serinus canarius*) unos labios externos musculares o

membranas timpaniformes laterales contenidos en los cartílagos siríngicos laterales, dándole unas características únicas a esta cavidad acústica.

Es importante señalar que los elementos funcionales de la siringe son dobles, es decir existe un conjunto de estructuras para cada bronquio primario. Dado que cada tubo bronquial tiene su propia membrana timpaniforme, musculatura y sistema nervioso independiente. Es evidente que estas aves altamente especializadas pueden controlar cada membrana por separado, originando un canto superpuesto denominado dúos o variaciones conjuntas.

El Orden Passeriformes y Sub. Orden Oscinos agrupan al mayor grupo de aves con un aparato de fonación altamente especializado para el canto, dentro de este grupo se encuentra la Familia fringilidae, la cual pertenece nuestro *Serinus canarius*. Este sistema de producción de vibraciones altamente específico comienza su funcionamiento cuando culmina la segunda fase de expiración del ciclo respiratorio de las aves, en la cual el aire pasa de los sacos abdominales y torácicos posteriores, por contracción de los músculos pectorales e intercostales al saco clavicular y cervical anterior, originando un aumento de presión en este saco clavicular que rodea a la siringe, empujando la extraordinariamente fina membrana timpaniforme medial hacia la pared lateral del tubo bronquial donde se localiza la membrana timpaniforme lateral, cerrando momentáneamente el lumen del bronquio (Tímpano de la siringe). Este saco clavicular controla el paso del aire a través de la siringe cumpliendo funciones como el cartílago epiglótico en los mamíferos.

En este momento los músculos siríngicos aplican tensión sobre la inserción de la membrana timpaniforme, cuya acción contrapuesta a la presión del saco clavicular separa a la membrana de la pared lateral del bronquio, abriendo de este modo un paso a través del tubo bronquial. La circulación del aire por esta membrana tensa hace que esta vibre, produciéndose el canto. Si solamente se va a utilizar una membrana la otra permanece cerrada no existiendo tensión de los músculos

siríngicos originando un canto simple. Cuando el ave está cantando a dúo ambas membranas están sometidas a tensiones diferentes, existiendo dos corrientes de aire en cada bronquio, la cual origina dos vibraciones independientes de las membranas y como resultado dos sonidos simultáneos.

El aire de la segunda fase de expiración que proviene de los sacos abdominales y torácicos pasa a través de la membrana timpaniforme medial y lateral, produciendo una vibración que se convierte en una onda con frecuencia y Amplitud.

Cuando el saco clavicular se llena y los músculos siringeos tensan las membranas se produce una onda de alta frecuencia y baja amplitud, produciendo un sonido agudo. Si el saco clavicular se expande poco y existe poca tensión de las membranas se produce una onda de baja frecuencia y de mayor amplitud lo que origina un sonido más grave. Cuando las membranas pueden vibrar a través de una distancia mayor, incrementando la amplitud del canto se denomina acoplamiento positivo. Cuando las membranas están sobre tensadas, existiendo poco llenado del saco y con alta tensión muscular, la vibración no se puede realizar por la excesiva tensión, produciendo una onda que disminuye en amplitud y aumenta en frecuencia, traduciéndose en un sonido de características sobre agudas, denominándose acoplamiento negativo.

La membrana timpaniforme lateral también juega un papel muy importante, ya que se ha comprobado que esta estructura puede desplazarse medialmente y lateralmente, proporcionando un sencillo mecanismo para cambiar la amplitud de onda sin afectar la tensión muscular de los músculos siringeos, colaborando con las membranas timpaniformes mediales a producir vibraciones reguladas, ya que pueden regular la distancia a través del lumen bronquial sin afectar la frecuencia.

El sistema de producción sonora de las aves se clasifica como un sistema de vibración sinusoidal acústica, a diferencia de los humanos el cual es un sistema de

vibración de alta resonancia producidos en la glotis, con modulaciones orales y linguales que originan una serie de espectros de armónicos de considerable complejidad. El mejor ejemplo es cuando se compara el ave que mejor imita al hombre como es *Gracula religiosa* mejor conocida como la Mina, la cual puede producir una misma palabra o sonido que el hombre, con su sistema de vibración sinusoidal. Originando un espectro de ondas y armónicos parecidos al producido por el sistema de resonancia del hombre. La diferencia se observa en la amplitud de ondas la cual no decrece en el tiempo en el sistema de las aves a diferencia del humano cuya amplitud desciende en el tiempo, característico del sistema de resonancia. Es por eso que la Acústica y Fisiología de la vocalización de las aves son únicas en el mundo.

Existe una gama de diferencias anatómicas de la cavidad siringea en diferentes especies de aves, en donde podemos observar desde una serie de aves con una alta especificidad en la producción de ondas sonoras como los gorriones de corona blanca (*Zonotrichia albicollis*) y las diferentes líneas de canto del *Serinus canarius*, hasta otro grupo de aves con una siringe más primitiva como las familias Galliniformes y Anseriformes los cuales cuentan con membranas timpaniformes con poca movilidad y alta tensión muscular siringea. Así como otro grupo de aves que dentro de su constitución anatómica no presentan siringe o vestigios de ella. Dentro de la familia galliforme se localiza la guacharaca del norte (*Ortalís ruficauda*), la cual produce una serie de sonidos ensordecedores sin una cavidad siringea.

¿Cómo emiten sonidos estas aves si no tienen cavidad acústica?

Hoy en día la tráquea y la siringe no se pueden ver como dos estructuras anatómicas aisladas, sino como una unidad de producción sonora única. No hay que olvidar que la siringe es la continuación de los anillos cartilagosos de la tráquea, los cuales se dividen en el cartílago cuneiforme en la línea media en los dos bronquios primarios. Se considera que los tres o cuatro últimos anillos

traquéales constituyen el timpano, es decir una porción del lumen de la siringe. Caudal a este timpano, la siringe esta constituida en cada cara lateral por cuatro a siete cartilagos laterales, flexibles y delgados, que se encuentran soldados ventral pero no dorsalmente al cartílago cuneiforme, En dirección caudal a esta cavidad el tracto respiratorio descansa sobre los cartilagos bronquiales en forma de "C" que se prolongan hasta el pulmón. Las membranas timpaniformes laterales se extiende desde el ultimo cartílago siringeo hasta el primer cartílago bronquial. La membrana medial va desde el cartílago cuneiforme hasta el extremo de los tres primeros cartilagos bronquiales.

Debido a que las paredes mediales y laterales de la siringe son extensamente membranosas y dado que los cartilagos laterales son muy delgados y flexibles, su lumen se reduce con facilidad o se oblitera por compresión debido a gradientes de presiones del saco clavicular. La siringe carece de músculos intrínsecos, pero es probable que pueda moverse en sentido craneo-caudal debido a tensiones de los músculos traquéales en especial el músculo esternolaríngeo.

El músculo esternolaríngeo (Esternotraqueal) reviste particular interés dado que emerge del esternón, introduciéndose extensamente en los anillos traquéales y laríngeos, produciendo oscilaciones externas e internas, rostrales y caudales en la entrada torácica, permitiendo que los anillos traquéales que se encuentran anatómicamente superpuestos, puedan elongarse y flexionarse.

Por esto se descarta la antigua teoría que se tenía de la traquea, que solo consistía en un tubo de conducción en el cual no se producían ningún tipo de cambio de emisión de las ondas ya sea de atenuación o amplificación. Hoy en día se sabe que estos movimientos de flexión y elongación, acompañados del diámetro traqueal juegan un rol muy importante en la modulación de diferentes ondas de emisión.

Otro punto de interés en la unidad de producción del sonido en las aves es la cavidad lingual - palatina, la cual se considera de gran importancia para la perfecta emisión y dicción de los diferentes ondas sonoras. Esta cavidad se encuentra en contigüidad y en íntima relación con los senos intraorbitales, así como también con el saco aéreo cervicocefálico anterior y posterior. Aislando perfectamente esta cavidad lingual - palatina del medio externo y garantizando que las ondas emitidas desde la siringe, traquea y laringe se emitan con la mayor eficiencia y calidad.

¿QUE DIFERENCIAS ANATOMICAS EXISTEN EN LA TRES PRINCIPALES RAZAS DE CANTO DE CANARIOS?

Cuando realizamos una comparación anatómica de la siringe de diferentes Passeriformes, observamos que existen diferencias marcadas en la amplitud de la cavidad siringea, movilidad, longitud e independencia de movimiento de las membranas timpaniformes. También en la amplitud y movilidad de la traquea y de la modulación lingual palatina. Cuando observamos y comparamos el sistema de producción sonora del canario de tejado (*Sicalis flaveola*) y del capa negra (*Carduelis spaltria*) con el *Serinus canarius* en sus tres principales líneas de canto. Se evidencian en las especies donde no ha existido selección de espectros de ondas por parte del hombre una siringe poco amplia, con membranas timpaniformes mediales y laterales de poca longitud y movilidad limitada. Observándose un manejo independiente de ambas membranas siringeas, lo que determina que existe una producción constante de sonidos dobles en estas especies. El canto de estas aves según sus características anatómicas está conformado por ondas de alta frecuencia y baja amplitud, originando un canto de sonoridad aguda y metálico con ciertos matices dobles. Es importante resaltar que nuestro sistema auditivo sensorial es capaz de captar solo aquellos espectros de ondas dobles que estén dentro de nuestros límites sensoriales.

Cuando empezamos a estudiar las especies de cantos de canarios trabajadas por el hombre, observamos en el canario *Harz Roller* una cavidad siringea acústica de gran amplitud, con membranas timpaniformes mediales de gran movilidad y longitud, originando un espectro de onda de baja frecuencia y gran amplitud que origina un canto de tono bajo. El manejo independiente de sus cuatro membranas timpaniformes originan una serie de sonidos dobles de buena sonoridad y musicalidad. Es importante señalar que las membranas timpaniformes laterales tienen poca movilidad y longitud lo que se traduce en un canto de frecuencia variable y de amplitud con poca variación. La movilidad traqueal es alta, lo que determina una modulación activa a lo largo de esta estructura, Todas estas características anatómicas se relacionan con el canto del Harz Roller, el cual se caracteriza por ser de tono bajo, de frecuencia variable (ritmo de emisión) y de poca variación de amplitud de onda (tono), con gran movilidad traqueal que se refleja en la emisión de sonidos con el pico cerrado.

Si analizamos al canario Malinois se observa una cavidad siringea acústica de gran amplitud (menos que el Harz Roller), con membranas timpaniformes mediales de gran movilidad y longitud, originando un espectro de onda de baja frecuencia y gran amplitud que origina un canto de tono medio-bajo. El manejo independiente de sus cuatro membranas timpaniformes originan una serie de sonidos dobles de buena sonoridad y musicalidad. Las membranas timpaniformes laterales tienen gran movilidad y longitud lo que se traduce en un canto de poca variación de frecuencia y de gran variación de amplitud. La movilidad traqueal es alta (mayor que el Harz Roller). Todas estas características anatómicas se relacionan con el canto del Malinois, el cual se caracteriza por ser de tono medio-bajo, de frecuencia mantenida (ritmo de emisión) y de gran variación de amplitud de onda (tono), con gran movilidad de las membranas timpaniformes laterales y

traqueal, que se refleja en la emisión de sonidos acuosos compuesto con el pico cerrado o semi-abierto.

El canario Timbrado Español presenta una cavidad siringea acústica de menos amplitud que las dos razas anteriores, con membranas timpaniformes mediales de poca longitud y gran movilidad, originando un espectro de onda de media a alta frecuencia y de amplitud variable que origina un canto de tono medio-alto. Es importante señalar que el manejo independiente de sus cuatro membranas timpaniformes que originan una serie de sonidos dobles va a depender del ritmo de emisión del ave o tendencia a ritmos continuos o discontinuos. Se ha observado que los canarios con tendencia a giros discontinuos presentan un mejor manejo independiente de estas cuatro membranas originando compuestas de mejor calidad. Las membranas timpaniformes laterales tienen una mayor movilidad y longitud en los canarios con tendencias a giros discontinuos que se traduce en un canto de poca variación de frecuencia y de gran variación de amplitud. La movilidad traqueal es muy poca, no existiendo modulación a esta altura. Las emisiones de ondas de frecuencias altas y de sonoridad metálica presentan ciertas modificaciones al nivel de una concha acústica natural como es la cavidad lingual palatina, la cual juega un papel muy importante en la perfecta emisión y dicción de los giros discontinuos. Existen dos estructuras anatómicas que influyen de forma directa en el ritmo de emisión de ondas de frecuencia media y de mayor amplitud (giros discontinuos) como son los sacos aéreos clavicular o cervicocervical, el cual regula el ritmo de emisión de estas ondas. La segunda estructura es la cavidad lingual palatina, la cual regula, modifica y le da a este tipo de ondas la perfecta dicción y matiz de belleza final.

Es interesante señalar que se han observado en canarios timbrados con tendencias a giros continuos y de tono muy elevado, una cavidad siringea muy estrecha, con membranas timpaniformes mediales de poca longitud y media movilidad, con membranas timpaniformes laterales de poco desarrollo. Lo que origina un canto estridente y de baja calidad musical.

