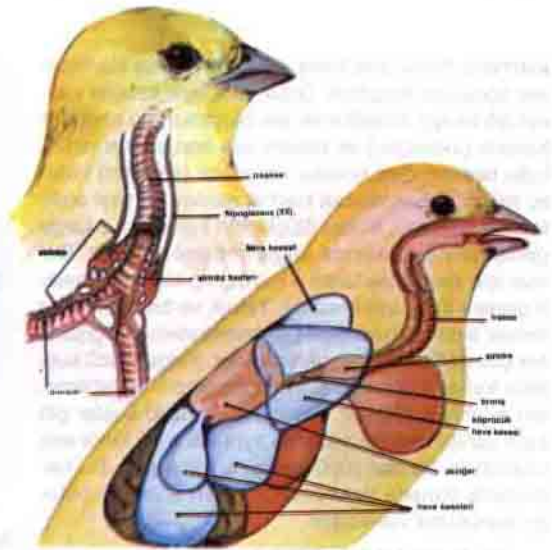


BİLİM DAMLALARI

Doç.Dr. Selçuk ALSAN

KUŞLAR NASIL ÖTER?



Kuşlarda ses yaratan sirinks organı ve hava keseleri

Kuşlar öter, bağıırır, cıvıdalar, dem çekerler; gece kuşları garip seslerle inlerler. İlbaharda ormandaki bir gezintiye büyüleyici bir güzellik veren bütün bu sesler, aslında kuşların toplumsal bir hayatı devam ettirmek için kullandıkları iletişim sinyalleridir. Bu sesler nasıl oluşmaktadır? Bir müzik aleti veya insanın ses aygıtı bu tür sesler çıkaramaz. O halde yeni modeller üzerinde düşünmek gerekir. Kuşların ötme mekanizması son derece karmaşıktır. Neden bazı tür kuşlar birçok farklı ses çıkarabilmektedirler? Neden dişi kuşlar o kadar az öterler? Yavrular ötmeyi nasıl öğrenirler?

KUŞLARIN SES ORGANI

Memelilerde ses organı olan gırtlak (larinks) gibi kuşların ses organı da (sirinks) solunum yolu üzerindedir. Fakat memelilerde gırtlak, solunum yolunun ön ve üst bölümünde olduğu halde, sirinks göğüs boşluğunun çok derinliklerinde yer almıştır. Bu nedenledir ki tavuk ve ördek gibi bazı kuşlar, kafaları kesildikten sonra da bir süre ötmeye devam eder. Kuşlarda da insan gırtlığına benzer bir organ vardır. Ağıza yakın bu organ ses çıkarmaya değil, besin yutma sırasında hava yollarını kapatmaya yarar.

Kuşların ses organına 1871'de İngiliz doğa bilimcisi Huxley "sirinks" adını verdi. Kuşların çoğunda sirinks, ana hava yolunun (trakea) iki bronşa ayrıldığı yerde bulunur; böylece sirinks'in yarısı sağ, yarısı sol bronşa ilgilidir. Sirinks'in bu çifte orijini, değişik sesler çıkmasını sağlar. Sirinks bronşların ilk halkalarının değişmesinden oluşur. Örneğin serçegillerde bronş halkaları yarım halkalar şeklindedir, halkaların kalan kısmı bir zar biçimini almıştır (İç davalı zar = membrana tympaniforma interna). Böylece sağlıklı sollu her bronşta bir zar bulunur.

SES NASIL OLUŞUR

Ses hakkındaki bilgilerimizi hatırlayalım. Ses, bir

titreşim sonucu havanın dalgalanmasıyla oluşur. Bu titreşimlerin gırtlaktaki ses tellerinde, bir diyapozunun kollarında, bir kemanın tellerinde veya bir telefonun diyaframında buluruz. Bu titreşimler havada ses dalgaları yaratır. Dalganın yayılması sinusoidal ise ses saftır, yani harmonikler içermez (bir sesin frekansının 2, 3, 4... katı frekans olan seslere o sesin harmonikleri denir). Diyapozonun sesi saf bir sestir. Fakat müzik sesleri nadiren saftır, genellikle harmonikler içerir. Kulak için sesin üç özelliği önemlidir: İncelik - kalınlık, şiddet ve tını. Bir ses frekansı arttıkça incelik ve amplitüdü (genliği) arttıkça şiddetlenir. Tını ise bir sesin "kişiliği"ni oluşturur; tını bir sesi oluşturan frekansların spektrum'u ile ilgilidir. Tını sayesinde ki değişik müzik aletleri aynı notaları farklı seslerle verir.

Kuşların soluk vermesi sırasında sirinks zarları titreşerek ses oluşur. Kuşlarda akciğerlere ek olarak "hava keseleri" vardır, solunum kaslarının kasılması sonucu bunların sıkışması da akciğerlere ve sirinks'e hava yollar. Kuşlarda hava hızla dışarı akar, örneğin tavuklarda bu hız saniyede 1/2 litredir. Bu hızdaki bir hava akımı timpaniform zarları rahatlıkla titretebilir. Köprücük kemikleri arasındaki bir hava kesesinin gerilmesi timpaniform zarlara basarak onları bronş boşluğuna doğru iter. Bu sırada zarlar gerilir. Bronşlardan havanın dışarı akışı da emici bir kuvvet yaratarak zarları içe doğru kabartır, böylece bronş daralır. Bir an gelir ki zarın gerilme kuvveti emme kuvvetini aşar, o zaman zar eski durumuna gelir. Zarın bu titreşimleri ses oluşturur. Zarın gerginliği sesin incelik ve kalınlığını, titreşimlerin genliği sesin şiddetini belirler.

İlkel kuşların sirinksinin bir klarneti andırdığı, ötücü kuşların sirinksinin ise insan ses sistemine benzediği düşünülmüş, fakat 1968'de bu varsayımların doğru olmadığı anlaşılmıştır. Timpaniform zar

klarnetin diline, ana hava yolu (trakea) ise klarnetin ses borusuna karşılıktır. Soluk vermeyle titreşen klarnet dili havayı titreştirerek ses oluşturur; bu sesin frekansını (inceliğini) ve tınısını ses borusunun uzunluğu belirler. Ses borusu rezonans (seselim) kutusu rolünü oynar. Ancak klarnet modeli herşeyi açıklayamamaktadır. Kuşlar ötüşlerinin frekansını o kadar geniş sınırlar arasında değiştirebilmektedirler. Bunun için ise trakea'larını 4 kat uzatıp kısaltabilmeleri gerekir ki bu imkânsızdır. Tavuk ve benzeri türler trakea'larının uzunluğunu santimetrelerce değiştirerek çok değişik sesler çıkarabilirler. Fakat ötücü kuşların trakea'larını bu kadar hızlı uzatıp kısaltabilmeleri mümkün değildir. Ayrıca biliyoruz ki kuşlar çift zara sahiptir ve bu nedenle aynı anda iki farklı ses çıkarabilir. Bir ses tûpü ise bunu yapamaz. Bu nedenlerle ötmeye trakea'nın rolünün önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

KUŞLAR NASIL ÖTER?

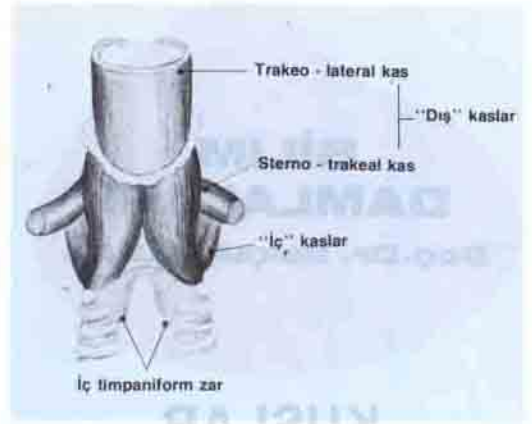
Kuşların ötüşü insan ses sistemi ile de tam açıklanamamaktadır. İnsanda gırtlakta oluşan ses, ağız ve yutakta sözlere dönüşür (artikülasyon olayı); kuşlarda ise ağız ötüşte hemen hiç rol oynamaz.

Bugün timpaniform zarları geren kasların önemi üzerinde duruluyor. Her kuşta 2 "dış" (sirinkse bağlı olmayan) kas vardır. "Sternotrachealis" kasının kasılığı timpaniform zarları gerer. Gevşeyen zarlar hava akımı ile trakea içine çekilerek titreşir, gerilen zar da titreşim durur. Bazı araştırmacılar ise "iç" (intrensek, sirinkse yapışan) kaslar üzerinde çalışmaktadır. Bunlara göre yalnız ötücü kuşlarda bulunan 4 - 5 çift "iç" kas, 3. bronş yarım halkasını çevirecek "dudak" (labium) denen bir yapıyı bronş boşluğuna itmektir. Daralan bronştan hava daha hızlı geçerek zarı daha fazla içeri çeker; böylece ötücü kuşlar tatlı sesler çıkartabilir.

Tavuklarda "iç" kaslar yoktur. Trakea'nın son halkalarının birleşmesiyle oluşan timpanum kıkırdağı, trakea'nın bronşlara ayrıldığı noktadaki pessulus kıkırdağı ile birleşmiştir. Bu iki kıkırdak arasında dış timpaniform zarlar gerilmiştir. Tavukların sesi bu nedenle diğer kuşlardan o kadar farklıdır.

Kumrullarda hem iç, hem dış timpaniform zarlar vardır. Bu kuşlar "dış" kasları ile trakea'yı daraltarak hava girdapları yaratır bu girdaplar ısı mekanizmasına dayanan dem çekme sesleri oluşturur. Isık tipi sesler kuşlarda çok siktir, tek zarlı olmalarına rağmen, papağan gibi en gelişmiş kuşlarda bile ısığa rastlanır.

Bazı araştırmacılar kuşlarda zarların titreşerek ses oluşturması varsayımına karşı çıkmışlardır. Bu görüşe göre harmonikler oluşturabilmeleri için zarlar kare biçiminde ve titreşimler hava akımına dikey yönde olmalıdır. Ancak bu görüş kanıtlanamamaktadır. Yine de bu itirazlar pek geçerli değildir, çünkü kuşların çoğu harmonikler içeren sesler yerine saf sesler çıkarmaktadır.



Bir ötücü kuşun sirinks'i. Bronşların ilk kıkırdak halkaları yarım halka halini almış ve buraya "iç timpaniform zar" gerilmiş. Trakea'nın en alt halkaları birleşerek timpan kıkırdağını yapar, zar bu kıkırdığın bir çıkıntısı olan pessulus'a yapışır. Ötücü kuşlarda 2. ve 3. bronş yarım halkalarından "labium" denen uzantı çıkar. Göğüs kemiği (sternum) ile trakea arasında sterno - trakeal ve gırtlakla trakea arasında trake - olateral kas bulunur. Bu "dış" kaslar zarın gerginliğini düzenler. Ötücü kuşlarda 4 - 5 çift "iç" kas timpan'i bronşlara bağlar.

Kuşların ötüşü konusunda iki soru hatıra gelmektedir : Kuşlar nasıl olup da her soluk verişte ötmeyi önleyebilmektedirler ve nasıl olup da bir kuş tek bir soluk verişle çok uzun ötebilmektedir? Birinci sorunun cevabı basittir : Kuş hava keselerindeki basıncı düşürünce yalnız soluk alıp verir, bu sırada zarları gerici kuvvetler oluşmaz. İkincisinin cevabı ise muhtemelen şudur : Kuş uzun ötüşler ve özellikle ses titreşmeler (tril) sırasında bir yandan sürekli soluk verirken bir yandan mini - solunumlar yapmakta, bu şekilde uzun süre soluk vermeyi sürdürebilmektedir. Mini - solunumlar kanda CO₂ birikmesini önleyemediğinden, kuş bir süre sonra ötmeyi durdurmak zorunda kalır. Bazı araştırmacılar ise kuşların karın kasları ile kısa soluk vermeler yapabildiğini ve bunun uzun bir soluk verişe eklendiğini ileri sürmektedirler.

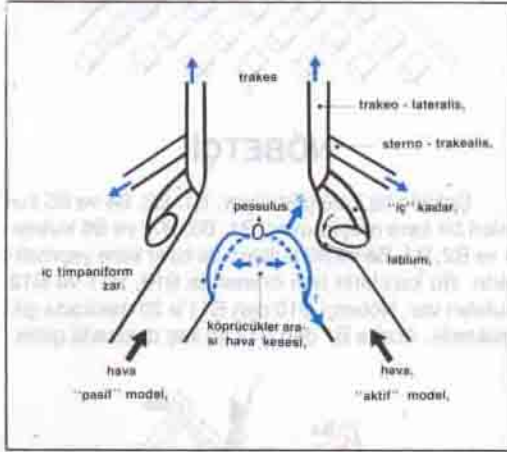
Sirinks'in sol yansına sol XII. kafa siniri (nervus hipoglossus), sağ yansına sağ XII. kafa siniri gelmektedir. Böylece kuşlar aynı anda iki farklı ses çıkartabilir. Tavuklarda sol ve sağ XII. sinirler arasında birleştirici dallar olduğundan, sirinks her iki beyin yarım küresinden emir alır. Papağanlarda ise sağ XII. sinir sol XII. sinirle birleştikten sonra ikiye ayrılarak sirinks'in iki yanını besler, bu kuşlarda da sol veya sağ XII. sinir bütün sirinks'i kontrol etmektedir.

Ötücü kuşların sirinks'inin sinirleri hakkında ilginç bir keşif yapılmıştır : İspinozun (Fringilla coelebs) sağ XII. sinirinin kesilmesi şakımayı hemen hiç

etkilemez. Sol XII. sinirinin kesilmesi şakımayı durdurur; böyle bir kuş sessiz kalır veya gürültü çıkarır. Bundan anlaşıldığına göre kuşların güzel ses çıkarmaları sol bronştan geçen havayla ilgilidir. Kanarya, sarıasma kuşu, Java serçesi gibi diğer ötücü kuşlarda da sol sinirin hakim (dominant) olduğu gösterilmiştir (kuşlar insanların aksine solaktır da diyebiliriz).

YAVRU ÖTÜŞÜ

Yavru kuşlar annelerinin ötüşünü ezberleyip taklide başlarlar "Yavru ötüşü" erişkinine göre birçok yanlış nota içerir. Giderek notalar düzelir ve ötüş önce motifler (benzer nota grupları) ve sonra motiflerin ard arda dizilmesiyle oluşan frazlar şeklinde bir yapı kazanır. Genç kuşların bir ötüşü ötekine benzemez, buna "plastik ötüş" dönemi denir. Daha sonra ötüş hiç değişmeyen bir karakter kazanır. "Yavru ötüşü" başlamadan önce sol veya sağ sinirin kesilmesi halinde, sinir yeniden kaynamamasına rağmen, ötüş normal gelişir. Demek ki minik yavrularda sağ sinir sol sinirin görevini üstlenebilmektedir. Kanaryalarda ise "yavru ötüşü" başladıktan sonra sol sinirin kesilmesi halinde, 6. günden itibaren sağ sinir sol sinirin görevini üstlenir ve yavru ötmeye devam eder. Hayatın 13 - 27. günleri arasında kesilen sinirler rejene olurlar ve ötüş normalleşir; fakat, sirinks'in bütünü hem sol, hem sağ sinirin kontrolünde kalır.



Birçok kuş türünde sirinks'de ses oluşturan iç timpaniform zarlar bulunur. Solunum kaslarının kasılmasıyla köprucüklerarası hava kesesi içinde (P) basınç artar, bunun sonucu zarlar bronş boşluğuna doğru kabarmır. Bu kuvvete zarların gerginliği (T) karşı koyar. Ayrıca hava yollarından dışarı atılan hava da bir emme kuvveti yaratarak zarı bronş içine kabartır (S). Sol da ötücü olmayan kuşlarda görülen pasif model, sağ da ötücü kuşlarda görülen aktif model görülüyor. Aktif modelde "labium" kıvrığının bronş içine kabarması sonucu bronş daralır ve kuvvetli bir emme kuvveti doğarak zarı bronş içine kabartır.

HORMONLARIN KORUYUCU ŞAPKASI

INSERM araştırmacıları (Prof. Baulieu'nün Biçetre'deki biriminde), steroid hormonların bütün alıcılığının birer şapkası olduğunu saptadılar.

Bu şapka, hormonun alıcıya bağlanması sırasında, havaya kalkan bir stres proteinidir. Bu protein, hücreyi zehirli etkenlere ve diğer saldırı türlerine karşı korur. Böylece, ilk karşılaşılacak termik şoktan sonra hücreler, bu protein sayesinde, ikinci bir şoka daha dayanıklı hale gelirler. Söz konusu protein, kortizon tipi hormonların olduğu kadar, estrogen ve androjen bütün steroid hormonların alıcılığını da örter. Hatta araştırmacılar, bazı böceklerde, kurbağagillerde ve insanda bu proteinlerden birçok tip saptamayı başardılar. Böyle bir protein, anti-hormonların yapı sıra, yeni bir farmakolojik ajanlar kuşağı hazırlamaya imkân verecek "anti-alıcılar"ı müjdelmektedir.

Science et Avenir'den cev.: Ahmet ÖYLEK

Kanaryaların beyindeki ötme merkezlerinin haritası çıkarılmıştır. Beyinde ötmeyi sağlayan üç alan, hiperstriatum ventrale (HV), nucleus robustus archistrialis (RA) ve XII. sinir çekirdekleridir. Ötme merkezleri işitme merkezlerine yakındır. Bu ötüşün öğrenilmesinde kolaylık sağlar. Orta beyinde sol ve sağ sinirlerin eşgüdümünü sağlayan bir merkez de bulunur.

Sağ beyindeki HV merkezinin tahribi ötüş hecelerinin yarısının, sol beyindeki HV merkezinin tahribi ötüş hecelerinin tümünün kaybına neden olur. Fakat sol HV merkezi tahrip edilen kanaryalarda 7 ay sonra sağ HV merkezi ötme görevini devralır ve kuş yeniden normal ötüşüne kavuşur. Her iki HV merkezi tahrip edilirse şaşkıncu bir sonuç alınır: Erkek kuş dişisini görünce ötecek gibi bir hal alır, fakat ağzından yalnızca kısık çığlıklar çıkar. Buna "sessiz ötüş" denmektedir.

Ötüşte hormonlar da önemli rol oynar. Erkek kanaryanın beyindeki ötme alanları dişiden daha geniştir. Hadim edilmiş erkek kuşlarda beyin ötme alanları küçülür ve ötme durur. Erişkin dişi kanaryalara erkeklik hormonu (testosteron) verilmesi onların ötmeye başlamasına neden olur (kuşların dişileri genellikle ötmeyiz). Bunlarda beyin ötme alanları genişler. Kanaryalarda beyin ötme alanlarının genişliği, testis (erbez) ağırlığı ile doğru orantılıdır; testis ağırlığı ise, mevsime göre 200 kat azalır artabilir.

Kuşların ötüşleri konusunda her sorun çözülmüş değildir, bu konudaki araştırmalar sürmektedir. □