



Kanatlılarda Boşaltım Sistemi

Prof. Dr. Hakan ÖZTÜRK

Giriş

- Veteriner hekimliği açısından karada yaşayan kuşlardan tavuklar ve hindiler ile su kuşlarından ördekler ve kazlar önemlidir. Son yıllarda devekuşu yetiştiriciliği de artmıştır.
- Kuşların üriner sistemi böbrekler ve üreterlerden oluşmaktadır. Ağırlığın azaltılması amacıyla idrar kesesi bulunmamaktadır, ancak **idrarlarını kloakada, kolonda** ve bir çift olan **sekumlarında** depolarlar.
- Böbrekler nispeten büyüktür ve kaudal sinsakrumdan kraniale yönde akciğerlere kadar uzanır. Çoğu türde, abdominal aortun dış iliak ve iskiadik dalları tarafından kabaca kranial, orta ve kaudal kısımlara ayrılırlar (ötücü kuşlarda orta kısım genellikle bulunmazken penguenler ve balıkçılar gibi bazı türlerde orta kısım kaynaşmış bir kaudal böbrek bölümü bulunur). Üreter, kloakanın ürodeum bölgesinde sonlanır.
- **KLİNİK BİLGİ:** Lomber ve sakral pleksusların spinal sinirleri böbrek parankiminden geçer. Bu nedenle birçok böbrek rahatsızlığı (tümörler gibi) ilk olarak topallık sorunu olarak ortaya çıkabilir.



Giriş

- Kuşlar ve sürüngenler yumurtlarlar. Azot metabolizmasının ozmotik etkiye sahip olmayan son ürününü yumurtada depolayabilmek için, bu hayvanlar özellikle ürik asit salgırlarlar. Sürüngenler gibi kuşlar da ürikoteliktir, yani azotlu atıklarının %60'ını kireçli beyaz üratlar şeklinde atarlar. Üre sadece böbrekte ve daha az oranda karaciğerde detoksifikasyonun bir yan ürünü olarak oluşur. Üratların atılımı daha az su gerektirir, ancak kuşlar için asıl avantajı, yumurtadaki gelişmekte olan embriyonun çözünmeyen bir atık ürün üretebilmesi ve su fraksiyonunu yeniden emilmek üzere serbest bırakmasıdır. Ürik asit karaciğerde sentezlenir ve glomerüler filtrasyonla (%10) ama esas olarak tübüler sekresyonla (%90) böbrekten atılır. Üratlar ayrıca sürüngen tarzı kortikal nefronlar tarafından salgılanarak idrar akışından bağımsız olarak üretilir ve bu nedenle çok susuz kalmış kuşlar tarafından bile üretilmeye devam eder.



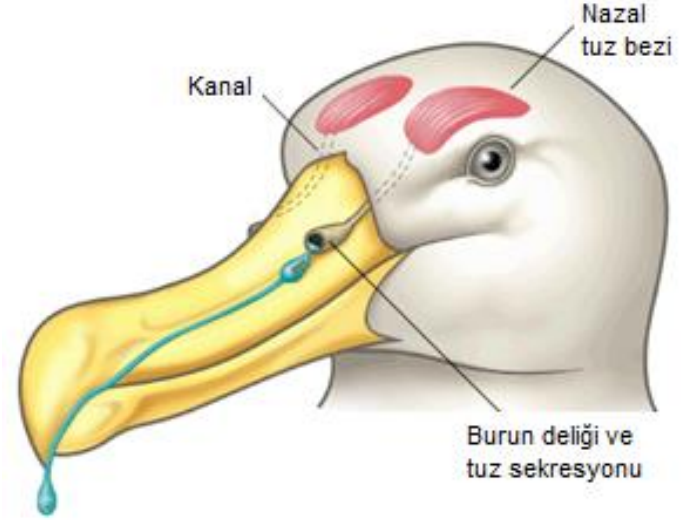
Giriş

- **KLİNİK BİLGİ:** Gut hastalığı; gut bir hastalık değil, hiperürisemi veya böbrek hasarının bir belirtisidir. Proksimal tübüller hasar görürse ürik asit atılamaz, dolayısıyla ürat seviyesi kanda yükselir. Üratların atılma hızı glomerüler filtrasyondan nispeten bağımsız olduğundan, susuz kalmış kuşlarda bile yüksek seviyelerde ürat üretilebilir. Ancak böbrekler tarafından dışarı atılamazlarsa çökerek böbrek gutuna neden olurlar. Yüksek ürik asit kan seviyeleri eklemlerde, böbreklerde, dalak ve perikart gibi organlarda da gut hastalığına neden olur.
- Kuşlarda dehidrasyon, hızla geri dönüşü olmayan gut hastalığına yol açabileceğinden ciddidir. Dehidrasyonu tahmin etmek için üre seviyeleri izlenebilir, ancak kan ürik asit seviyelerinin yükselmesi için böbreğin %70'inin hasar görmesi gerekir. Yırtıcı kuşlar gibi etçil kuşlar da yanlış pozitif sonuçlardan kaçınmak için 24 saat aç bırakılmalıdır.



Giriş

- Memeliler gibi kuşlar da böbreklerinde ters akım sistemine sahiptirler. Bu sayede kuşlar plazmaya göre hipertonic bir idrar oluşturabilirler. Ancak kuşlarda olası **maksimum idrar konsantrasyonu** çoğu kara memelilerindekinden daha **düşüktür**.
- Kuşların tipik bir özelliği, üreterden kloakaya ve kalın bağırsağa boşaltılan idrarı **postrenal** olarak **değiştirebilme** yetenekleridir. Bu durum kuşlardaki ozmoregülasyon için önemli bir özelliktir.
- Bunun dışında deniz kuşları **tuz bezleri** yoluyla yüksek derecede hipertonic salgılar oluşturabilir ve salgılayabilir. Bu yetenek bazı kuş türleri ile bazı sürüngenlerin deniz suyu ile yaşamalarına izin verir.

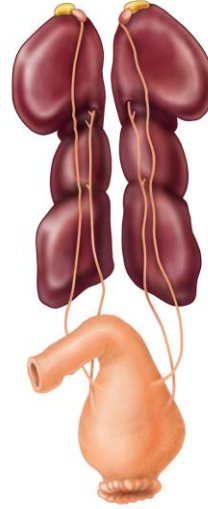
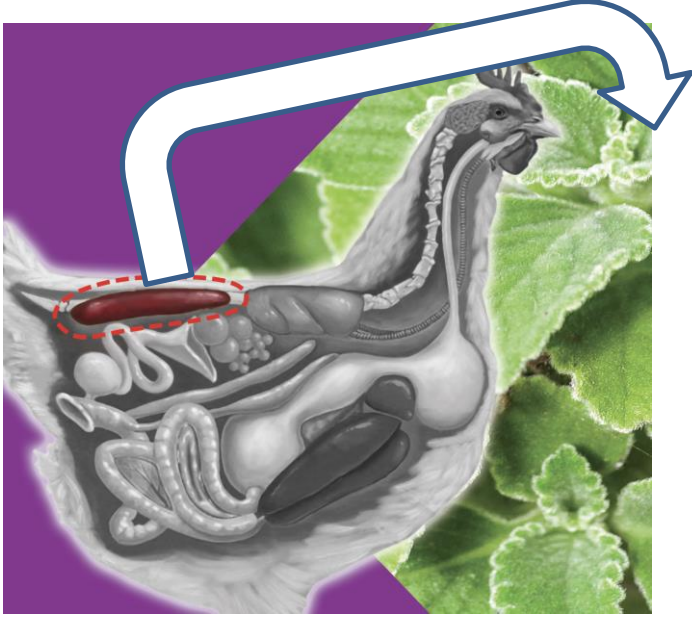


Giriş

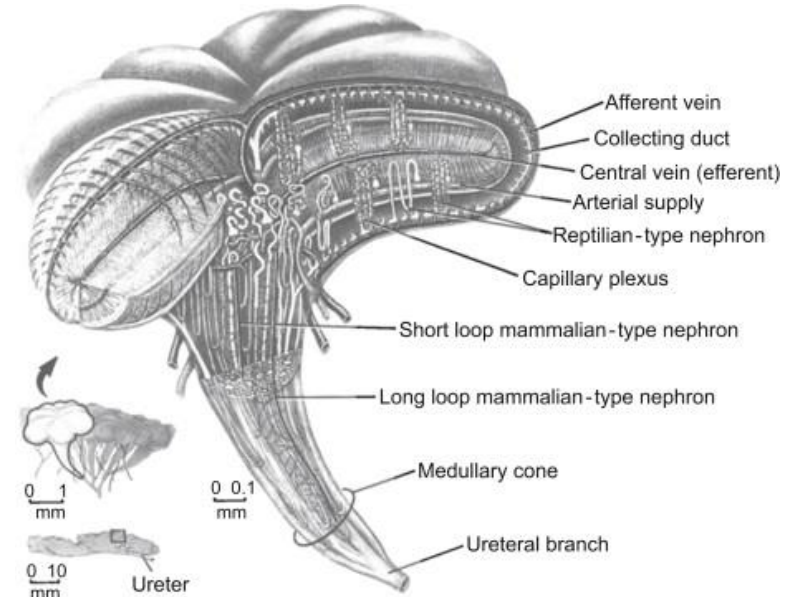
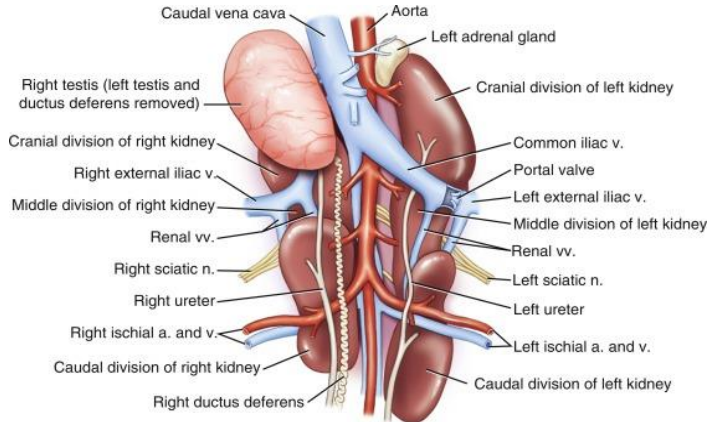
- Kuşların çoğu meyve, nektar veya et gibi sulu gıdaları içerek veya yiyerek su kazanır. Kurak iklimlerde yaşayan bazı kuşlar (örneğin Zebra ispinozu) bunun yerine metabolik su üretebilir ve az miktarda idrar üreterek suyu muhafaza edebilir. Çöl kuşları dışkılarında sadece %55 su üretirken, suya erişimi bol olan kuşlar %75-90 oranında su sağlar. Ayrıca, sıcak havayı burun deliklerinden geçirirken soğutarak da su tasarrufu sağlarlar.
- Göçmen kuşlar genellikle 72 saat boyunca su içmeden uçarlar. Yüksek irtifalar buharlaşmayla su kaybını önlediğinden ve yağ depolarından metabolik su üretildiğinden dehidrasyon önlenir. Geceleri uçmak da havanın daha serin olduğu zamanlarda suyun korunmasına yardımcı olur.



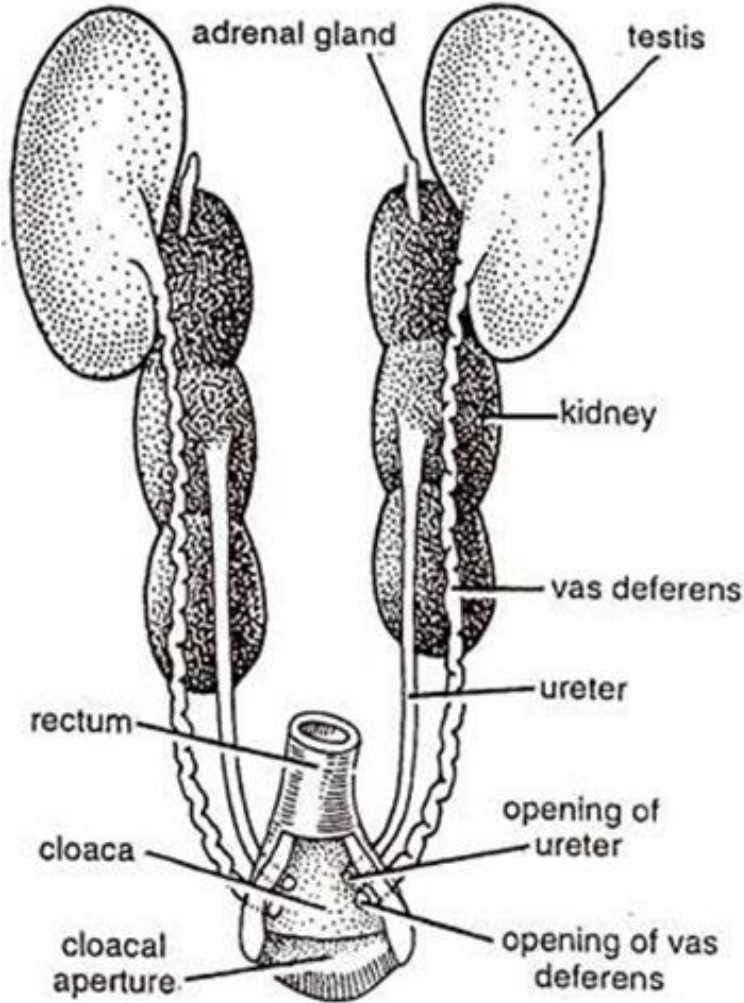
Üriner Sistem



Kuş böbreğinde korteks ve medulla arasında belirgin bir sınır yoktur ve renal pelvis de bulunmaz. Bunun yerine üreter böbreğin ventral tarafı boyunca uzanır ve her biri geniş bir kortikal doku alanı ve küçük bir medüller doku konisinden oluşan bir lobülü drene eden toplama kanallarına dallanır. Kortikal doku her iki nefron tipini de içerirken, medüller koni sadece Henle kulpları, toplayıcı kanalları ve vasa rekta kapiller ağını içerir.



Renal Ekskresyon



Erkek güvercinin ürogenital sistemi

KISACA

Kuşların idrar kesesi yoktur. Üreterden çıkan idrar kloakaya, kısmen de kalın bağırsağa gider.

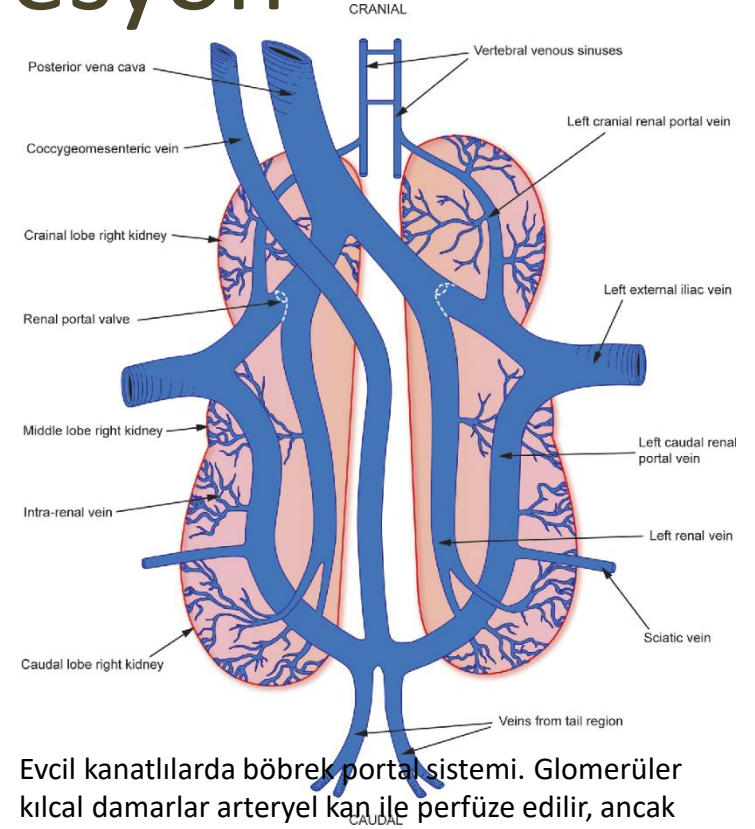


Renal Ekskresyon

➤ Renal Dolaşım ve Glomerüler Filtrasyon Hızı:

Kuşlarda ve memelilerde idrar üretimi birçok yönden birbirine benzer. Ancak kuşlarda böbreğe hem arteriyel kan hem de portal kan gelir. Yüksek basınçlı kraniyal, orta ve kaudal renal arterler, glomerüler filtratı sağlayan afferent glomerüler arterleri oluşturmak üzere dallanır. Bu damarlar, hidrasyon durumundan ve arka hipofiz bezinden üretilen arginin vazotosinden (AVT) etkilenir. Pelvik uzvu drene eden eksternal iliak ven, ortak iliak ven ve kaudal renal portal veni oluşturmak üzere dallanır. Bu renal portal ven böbreklere giden renal kan akışının üçte ikisini sağlar ve üratların salgılanmasından sorumlu olan proksimal kıvrımlı tübülleri besler.

Böbreğin kanlanması, glomerüler filtrasyon hızı (GFH) ve fraksiyonel filtrasyon oranı memelilerdekine benzer. Susamış kuşlarda ve deniz suyu içtiği için yüksek tuz yüklenmesine maruz kalan kuşlarda GFH düşüktür. Kuşlar, hipofiz arka lobundan salınan arjinin-vazotosin (AVT) vasıtasıyla GFH'ı azaltabilirler.



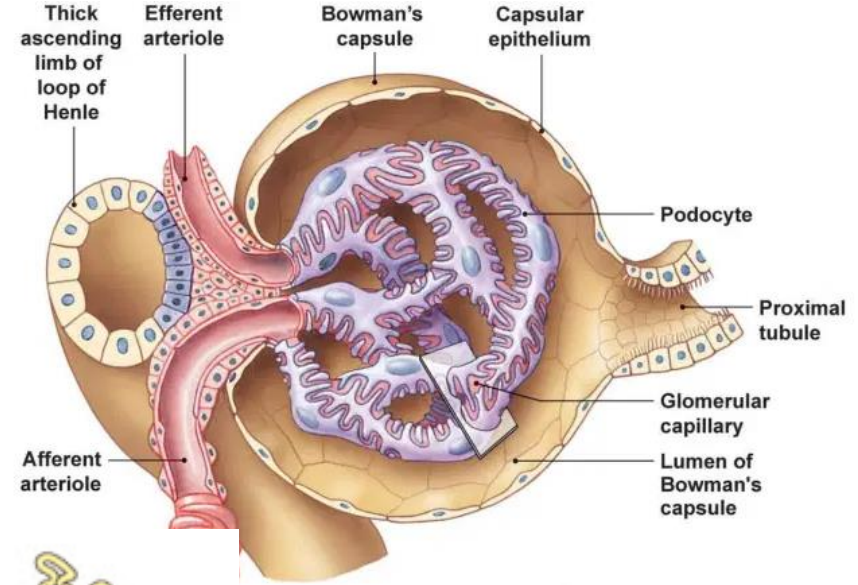
Evcil kanatlılarda böbrek portal sistemi. Glomerüler kılcal damarlar arteriyel kan ile perfüze edilir, ancak peritübüler kılcal damarlar, efferent arteriyollerden postglomerüler kan ve renal portal sistemden venöz kan karışımı ile perfüze edilir.



Renal Ekskresyon

➤ Nefron ve İdrar Ozmolaritesi:

Kuş böbreğinde de temel birim memelilerde olduğu gibi nefrondur, ancak kuşlar sürüngenler ve memeliler arasında bir geçiş formu sergiler ve iki tip nefrona da sahiptir. Kortikal nefronlar sürüngenlerdekine, medüller nefronlar ise memelilerdekine benzer. Kortikal nefronlar (**sürüngen tipi, RT**) sayıca en fazla olanlardır (yaklaşık %90) ve böbreğin kortikal bölgesiyle sınırlıdır. Ürik asidi glomerüllerden süzerek ve proksimal kıvrımlı tübüllere salgılayarak atarlar. Henle kulpları yoktur. Medüller nefronlar (**memeli tipi, MT**) da kortikal bölgede bulunur, ancak Henle kulpları medüller bölgede yer alır. İdrarın oluşturulması ve konsantre edilmesinden sorumlu olanlar bunlardır. Kurak bölgelerdeki kuşlar bu nefronlardan daha fazla bulundurma eğilimindedir. AVT, hem RT hem de MT nefronlarında GFH'ı azaltır. Ancak sadece MT nefronları idrarın daha yüksek ozmolariteye sahip olmasında rol oynar. Tavuk, hindi ve ördeklerde su ve iyonların atılması görece olarak geniş bir aralıkta dalgalanır. Dehidratasyonda idrar ozmolaritesi 600 mosmol/l⁻¹'ye, deve kuşunda ise 800 mosmol/l⁻¹'ye kadar yükselebilir.



Memeli tipi



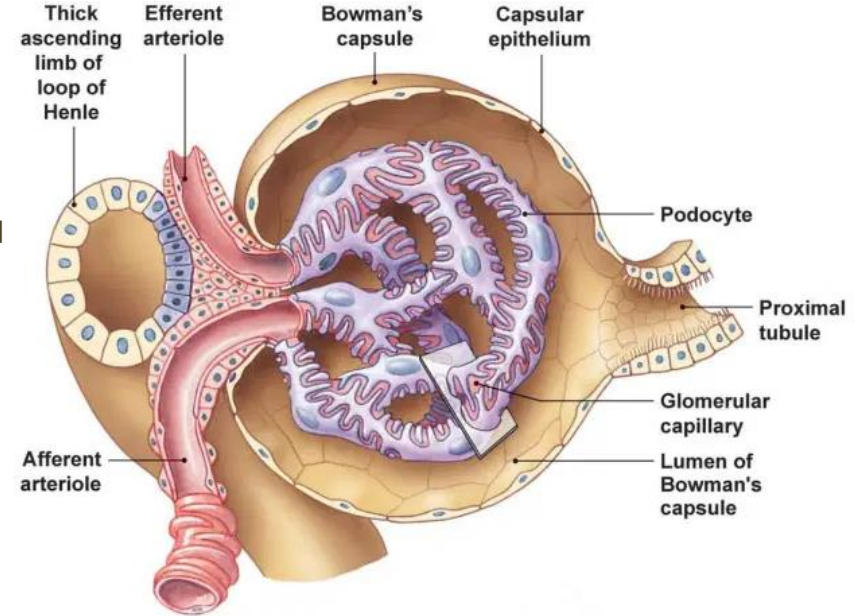
Sürüngen tipi



Renal Ekskresyon

Kuş idrarı, böbreklerin yarı katı ürünüdür ve durduğunda beyaz bir çökeltiye (üratlar) ve süpernatant sıvıya (idrar) ayrılır. Kuşlar idrarlarını konsantre etme yeteneğine sahiptir ancak bu memelilere göre daha az gelişmiştir. İdrar glomerüler filtrat tarafından üretilir ve %90'ı tübüller tarafından geri emilir. Bu nedenle, memelilerde olduğu gibi, idrar çıkışının ana kontrolü tübüler rezorpsiyondur.

KLİNİK BİLGİ: Yumurtlamadan önce, paratiroid hormonu (PTH) medüller kemiği demineralize ederek kalsiyumun yumurta sarısı ve kabuğunda birikmesini sağlar. Fazla fosfat böbrekler yoluyla atılarak diürece neden olur. Bu nedenle, birçok tavuk yumurtlamadan önce poliürik hale gelir.



Memeli tipi



Sürüngeci tipi



Renal Ekskresyon

➤ İdrarla Azot Atılması:

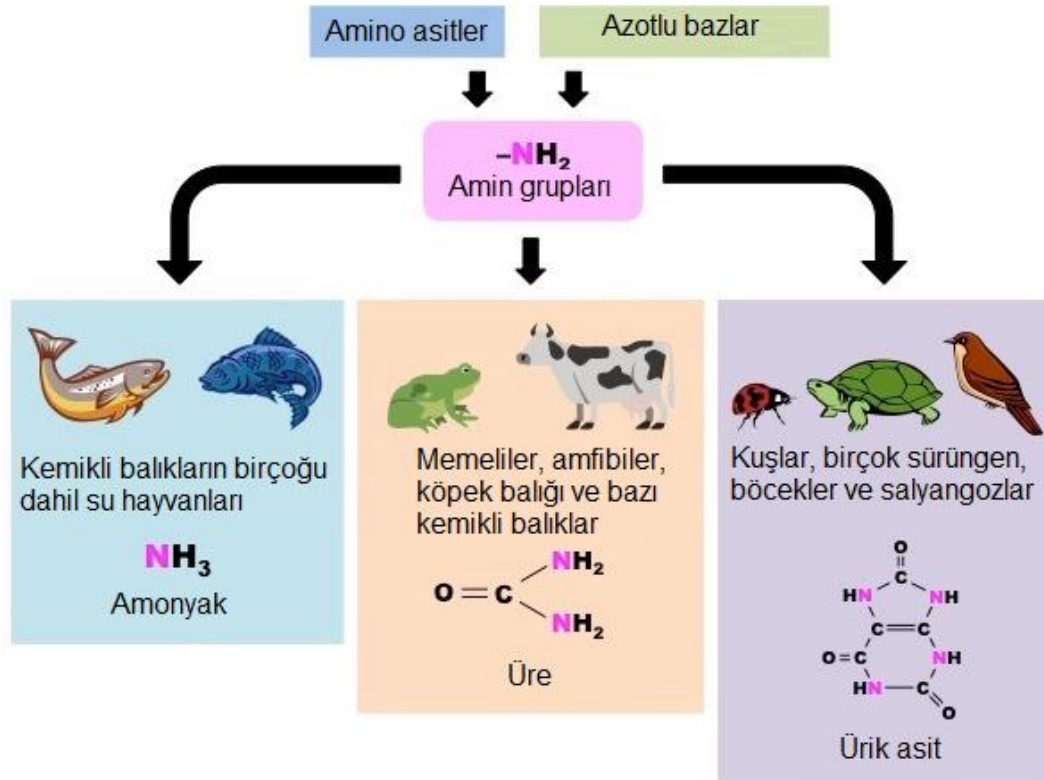
Tavuklarda üreter idrarıyla azot atılması başlıca **ürik asit** formunda olur. Ürik asit atılan azotlu bileşiklerin yaklaşık %80'ini, amonyak yaklaşık %15'ini oluşturur. Atılan azotun geri kalanı ise üre ve kreatin/kreatinin şeklindedir. Düşük proteinli diyetlerde amonyağın oranı artar, ürik asidin oranı ise azalır. Ürik asidin **çözünürlüğü çok az** olduğu için, kuşlar ve sürüngenler azot atılımı için **çok az suya** ihtiyaç duyarlar. Ürik asit idrarın ozmolaritesine çok az etki yapar. Sıcaklık azaldıkça **ürik asit kristalleri çöker**. Bu ürik asit kristalleri kuş dışkısı üzerinde sıklıkla görülen ince beyaz tabakanın nedenidir. Eskiden azot gübresi olarak Guano kullanılırdı. Guano, deniz kuşu dışkısının ürik asit bakımından zengin bir bozulma ürünüdür ve özellikle Peru kıyılarından elde edilmektedir.



Renal Ekskresyon

KISACA

Kuş idrarının ozmolaritesi çoğu kara memelisinin idrarına kıyasla daha düşüktür. Kuşlarda N-metabolizmasının en önemli son ürünü ürik asittir.



Renal Ekskresyon

➤ Asit ve Bazların Atılması:

Üreter idrarının pH değeri memelilerde olduğu gibi pH 5-8 arasındadır (ortalama 6,5-7,0). Metabolik asidoz nedeniyle yumurta kabuğunun yapımı sırasında pH daha düşüktür, bu durumda kalsiyum konsantrasyonu da azalır ve klor ile fosfat konsantrasyonları artar. Kalsiyum ve fosfat atılımı parathormon tarafından düzenlenir.



Renal Ekskresyon

➤ Tuz ve Su Atılmasının Hormonal Düzenlenmesi:

Suyun renal atılımı esas olarak **arjinin-vazotosin (AVT)** tarafından düzenlenir. Ayrıca böbrekte sodyumun geri emilmesi memelilerde olduğu gibi aldosteron tarafından kontrol edilir. **Aldosteron, koprodeum ve kolonda** apikal membranlara sodyum kanallarının entegrasyonunu ve açılmasını sağlayarak sodyum geri emilimini artırır. Sodyum eksikliği durumunda kandaki aldosteron konsantrasyonu artar. Dehidratasyonda AVT konsantrasyonu da yüksektir ve daha az üreter idrarı oluşturulur. Memelilerde olduğu gibi kuşlarda da kalbin atriyal duvarında renal sodyum ve su atılımını artıran **atrial natriüretik peptit (ANP)** sentezlenir. Kuşlar da renin-anjiyotensin sistemine sahiptir, ancak kuşlarda bu sistemin sodyum dengesindeki önemi henüz tatmin edici düzeyde aydınlatılamamıştır.



Renal Ekskresyon

KISACA

Kuşlarda bulunan arjinin-vazotosin (AVT), fonksiyonel açıdan memelilerin antidiüretik hormonuna (vazopressin) karşılık gelir.



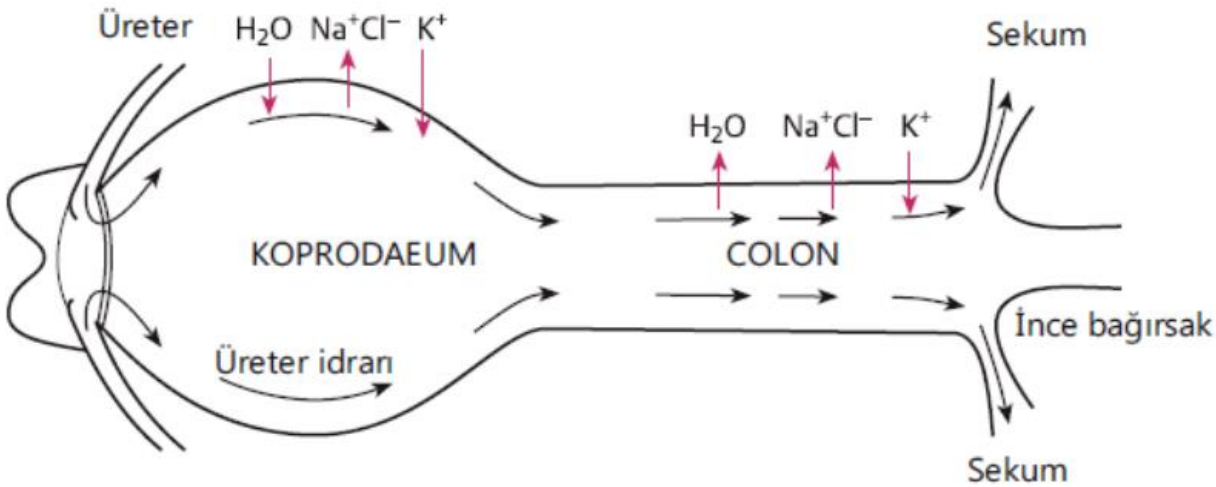
Üreter İdrarının Kloaka, Kolon ve Sekumda Değiştirilmesi

İdrar üreterden koprodeuma boşaltılır. Antiperistaltik hareketlerle bu idrarın bir kısmı koprodeumdan kolona geçer, hatta küçük bir kısım sekuma kadar ulaşır. Defekasyon sırasında koprodeum ve kolon içeriği boşaltılır, sekum içeriği ise daha nadiren çıkartılır. Devekuşunda da idrar tamamen koprodeuma verilir, ancak idrarın dışarı atılması dışkılamadan ayrı gerçekleştirilir.



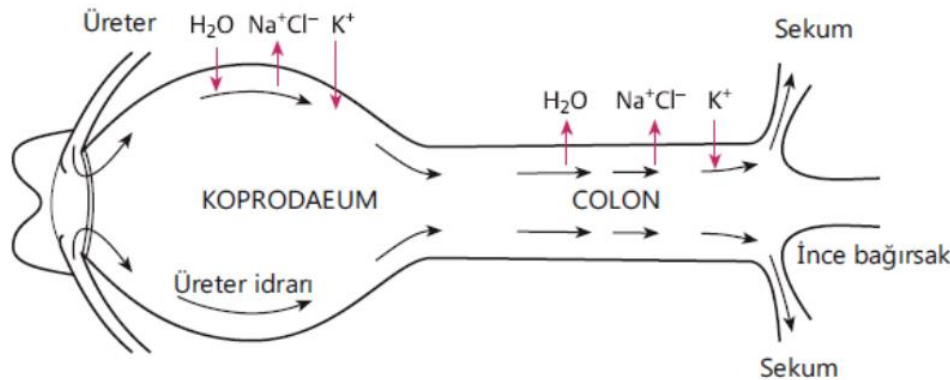
Üreter İdrarının Kloaka, Kolon ve Sekumda Değiştirilmesi

Kuşlarda üreter idrarının kalın bağırsağa retrograd akışı. Üreter idrarı ürodeuma akar, oradan da koprodeuma geçer. Antiperistaltik kasılmalarla idrarın bir kısmı mukozanın yüzeyi boyunca kolona ve kısmen de sekuma kadar taşınır. Kolonun lümeninde ve koprodeumun merkezinde bağırsak içeriği büyük parçacıklar bakımından daha zengindir. Bu içeriğin (digesta) transportu bağırsağın ortasında aboral yönde gerçekleşir ve dışkı olarak dışarıya atılır. Koprodeumda sodyum ve klor geri emilimine rağmen su sekresyonu da gerçekleşir, çünkü dehidratasyonda özellikle koprodeum içeriğinin ozmolaritesi yüksektir. Ayrıca kolonda da NaCl emilimi olur. Kolon içeriğinin ozmolaritesi düşük olduğundan sodyum emilimini su izler, bu nedenle kolonda su emilimi olur.



Dehidratasyon ve Sodyum Eksikliği

Aşağıdaki şekilde koprodeum ve kolondan sodyum, klor ve suyun geri emildiği ve potasyumun salgılandığı şematik olarak gösterilmiştir. Düşük sodyumlu bir diyetle koprodeumda sodyumun geri emilimi artar. Ancak bu artmış sodyum geri emilimi (gastrointestinal sistemin çoğu bölümünde olduğu gibi) su emilimi ile bağlantılı değildir. Aksine, koprodeumda kan ile koprodeum içeriği arasındaki ozmotik gradiyent nedeniyle çoğu zaman su sekresyonu gerçekleşir. Buna karşın kolon içeriğinde ozmolarite koprodeum içeriğinden daha düşüktür ve sodyumun geri emilmesini su izler. Dehidratasyonda üreter idrarıyla atılan sodyumun yaklaşık %70'inin ve idrarla atılan suyun %15'inin koprodeum ve kolonda geri emilebilmesi, tavuklar için bir kıstas olarak kabul edilebilir.



Hidratasyon ve Tuz Yüğü

Fazla su alımında düşük ozmolariteye sahip fazla miktarda idrar oluşturulur. Yüksek tuz alımında koprodeumda sodyumun geri emilimi baskılanır, ancak kolonda sodyum yine önceki gibi geri emilir. Koprodeumda ve kolonda NaCl'nin geri emilmesi NaCl alınmasına bağılıdır. Düzenleme özellikle apikal sodyum kanallarını açan aldosteron tarafından yapılır. Yüksek NaCl alımında aldosteron konsantrasyonu düşüktür, bu durumda koprodeum ve kolondaki sodyum kanalları büyük ölçüde kapalıdır. Ancak tuz bakımından zengin bir diyetle beslenmede sodyum, glikoz ve amino asitlerin kolonda dışkı ile taşınmasının indüklendiğı görülmektedir. Böylece sodyum burada geri emilmeye devam eder. Sodyum ve suyun sekumdan geri emilmesi de önemlidir, buradaki süreçler koprodeum ve kolondakilere benzer.



Tuz Bezleri

Kuşlar daha az Henle kulpuna yani memeli tipi nefronlara sahip olduklarından, idrarlarını kan seviyelerinin çok üzerinde konsantre etme yetenekleri azalmıştır. Sonuç olarak, yüksek tuz alımına sahip olan deniz kuşları, tuz bezleri adı verilen ekstra böbrek yapılarına güvenmek zorundadır.

Tuz bezleri boşaltım kanallarına açılan çok sayıda ağdan oluşmuştur. Tuz bezlerinin salgısı berraktır, burun boşluğuna salınır ve sonunda gaganın ucundan damlar. Yüksek düzeyde NaCl alımı tuz bezlerinin büyümesini uyarır, böylece tuzun dışarıya atılma kapasitesi artırılır.

Devekuşu, karabatak, ördek, kaz, şahin, martı ve penguenlerin hepsinde işlevsel tuz bezleri vardır. Ötücü kuş türlerinde bu bezler bulunmaz ya da körelmiştir.

Dışarıya atılma ozmosensörler tarafından uyarılır. Salgı neredeyse saf NaCl içerir. Ördeklerde ve kazlarda $1.100 \text{ mosmol/l}^{-1}$ 'ye kadar bir ozmolarite ölçülmüştür. Bu değer plazma ozmolaritesinin 3-4 katı, maksimum üreter idrarı konsantrasyonunun ise neredeyse iki katı demektir. Uyarılan tuz bezi aldığı NaCl'nin %75'ine kadarını dışarı atabilir. Geleneksel ticari kaz ve ördek yetiştiriciliğinde tuz bezleri aktif değildir. Bu bezler eğer hayvanlar tatlı su yerine tuzlu su içerse aktif hale gelir.



Tuz Bezleri

KISACA

Kaz ve ördeklerin geleneksel ticari yetiştiriciliğinde tuz bezleri aktif değildir. Yüksek tuz alınması durumunda kazlar ve ördekler ozmolaritesi 1.100 Mosmol/l⁻¹'ye kadar olan salgılar üretirler ve bunu dışarı atarlar.





Teşekkürler

Üriner Sistem

Bu sadece böbrekler ve üreterlerden oluşur, çünkü ağırlık azaltmaya uygun olarak kuşların mesanesi yoktur. Üreter, kloakanın ürodeumunda sonlanır. Böbrekler nispeten büyüktür ve kaudal synsacrum'dan kraniale doğru akciğerlere kadar uzanır. Çoğu türde, abdominal aortun dış iliak ve iskiadik dalları tarafından kabaca kranial, orta ve kaudal kısımlara ayrılırlar. Ötücü kuşlarda orta kısım genellikle eksik görünmektedir (Johnson, OW 1979). Penguenler ve balıkçılar gibi bazı türlerde orta hatta kaynaşmış bir kaudal böbrek bulunur (King & McLelland 1984).

KLİNİK

Lomber ve sakral pleksusların spinal sinirleri böbrek parankiminden geçer. Bu nedenle tümörler gibi birçok böbrek rahatsızlığı ilk olarak topallık sorunu olarak ortaya çıkabilir.

Kuş böbreğinin anatomisi, memeli böbreğinin mantıklı lobül yapısına kıyasla kafa karıştırıcıdır (Siller 1983). Bunun nedeni kuş böbreğinde korteks ve medulla arasında belirgin bir sınır olmaması ve renal pelvisin bulunmamasıdır. Bunun yerine üreter böbreğin ventral tarafı boyunca uzanır ve her biri geniş bir kortikal doku alanı ve küçük bir medüller doku konisinden oluşan bir lobülü drene eden toplama kanallarına dallanır (Shoemaker 1972). Kortikal doku her iki nefron tipini de içerirken, medüller koni sadece Henleilmeklerini, toplayıcı kanalları ve vasa rekta kapiller ağını içerir (King & McLelland 1984).

Nefron

Temel birim memelilerde olduğu gibi nefrondur, ancak kuşlar sürüngenler ve memeliler arasında bir uzlaşma gösterir ve iki tip nefrona sahiptir. Kortikal nefronlar sürüngenlerdekine, medüller nefronlar ise memelilerdekine benzer (Johnson, OW 1979; Siller 1971).

Kortikal Nefronlar

Bunlar sayıca en fazla olanlardır (yaklaşık %90) ve böbreğin kortikal bölgesiyle sınırlıdır. Ürik asidi glomerüllerden süzerek ve proksimal kıvrımlı tübüllere salgılayarak atarlar. Henle halkaları yoktur.



Üriner Sistem

Medüller Nefronlar

Bu nefronlar da kortikal bölgede bulunur, ancak Henle halkaları medüller bölgede yer alır. İdrarın oluşturulması ve konsantre edilmesinden sorumlu olanlar bunlardır. Kurak bölgelerdeki kuşlar bu nefronlardan daha fazla bulundurma eğilimindedir.

KLİNİK

Kuşlar daha az Henle döngüsüne sahip olduklarından, idrarlarını kan seviyelerinin çok üzerinde konsantre etme yetenekleri azalmıştır. Sonuç olarak, yüksek tuz alımına sahip olan deniz kuşları, tuz bezleri adı verilen ekstra böbrek yapılarına güvenmek zorundadır.

Böbrek Kan Akımı

Böbrekler çift yönlü kan akışına sahiptir. Yüksek basınçlı kraniyal, orta ve kaudal renal arterler, glomerüler filtratı sağlayan afferent glomerüler arterlere ayrılır (Johnson, OW 1979). Bu, hidrasyon durumundan ve arka hipofiz bezinden üretilen arginin vazotosinden etkilenir (Shoemaker 1972). Pelvik uzvu drene eden eksternal iliak ven, ortak iliak ven ve kaudal renal portal veni oluşturmak üzere dallanır (Şekil 6.33). Bu renal portal ven böbreklere giden renal kan akışının üçte ikisini sağlar ve üratların salgılanmasından sorumlu olan proksimal kıvrımlı tübüleri besler (King & McLelland 1984; Orosz et al. 1997). Glomerüler filtrasyon üratları temizlemez, bu nedenle renal portal venin bunların ortadan kaldırılmasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Siller 1971). Renal portal sistem, ortak iliak ve renal venlerin birleştiği yerde uzanan benzersiz bir düz kas kapakçığına sahiptir (Siller 1983). Bu kapakçık zengin bir sinir kaynağına sahiptir ve böbreklere giren venöz kan miktarını kontrol eder. Normalde bu kapak kapalı kalır ve arka bacaklardan ve pelvik bölgeden gelen venöz kanın böbreğe girmesine ve tübüler sekresyon ve rezorpsiyona katılmasına izin verir. Acil durumlarda, yüksek sempatik aktivite adrenalin (epinefrin) salınımını uyarır, bu da kanı böbrekten kalbe ve beyne yönlendirmek için kapakçığı açar (Johnson, OW 1979; Siller 1971). Bu üç yolla olabilir: ilk olarak açık kapakçık yoluyla doğrudan kaudal vena kavaya; kraniyal portal ven yoluyla iç vertebral venöz pleksusa veya koksigeal mezenterik ven yoluyla hepatik portal ven ve karaciğere (Akester 1971; Siller 1983; West ve ark. 1981). Üreterler böbrek parankimi boyunca dallanmış bir ağa sahiptir ve her bir lobülün toplayıcı kanallarında sonlanır. Bunlar, üratların aşağı geçmesine yardımcı olmak için mukus salgılayan psödostratifiye kolumnar epitel ile kaplıdır (Siller 1971). İçindeki ürat içeriği nedeniyle genellikle beyazımsı görünür. Kuşlarda idrar kesesi veya üretra bulunmadığından üreter, ürodeumun dorsal duvarına açılır. İdrar ve üratlar kloaka ulaşır ve retroperistalsis ile rektum ve kolona gider, burada dışkı ile karışır ve suyun geri emilimi olur. Bu nedenle kloaka, kuşların osmoregülasyonunda rol oynar (Johnson, OW 1979; Phalen 2000; Sykes 1971).



Üriner Sistem

Burun bezi

Tüm kuşlarda gözün üzerinde Harderian ve lakrimal bezlerden farklı olarak burun veya tuz bezleri bulunur. Deniz türlerinde bunlar iyi gelişmiştir ve deniz suyu içip fazla tuzu atmalarını sağlamak için tuz bezleri olarak işlev görürler. Bu bezler aynı zamanda kurak iklimlerde yaşayan kuşlarda suyun korunmasında da rol oynar (Evans 1996; Maina 1996). Böbrek dokusuna benzerler, tuzu kan dolaşımından uzaklaştırmak ve burun deliklerinden hapşırılmak üzere burun kanalından aşağıya geçirmek için ters akımlı bir kan akışı sistemi kullanırlar. Devekuşu, karabatak, ördek, kaz, şahin, martı ve penguenlerin hepsinde işleyen tuz bezleri vardır. Ötücü kuş türlerinde bu bezler bulunmaz ya da körelmiştir (Shoemaker 1972).

KLİNİK

Burun bezleri tuza maruz kalmazsa körelecektir, bu nedenle deniz kuşları doğaya geri döndürülürken bunun sağlanması gerekebilir.

Osmoregülasyon

Kuşların çoğu meyve, nektar veya et gibi sulu gıdaları içerek veya yiyerek su kazanır. Kurak iklimlerde yaşayan bazı kuşlar (örneğin Zebra ispinozu) bunun yerine metabolik su üretebilir ve az miktarda idrar üreterek suyu muhafaza edebilir (Goldstein 2000). Çöl kuşları dışkılarında sadece %55 su üretirken, suya erişimi bol olan kuşlar %75-90 oranında su sağlar (Orosz ve ark. 1997). Ayrıca, sıcak havayı burun deliklerinden geçerken soğutarak da su tasarrufu sağlarlar.

Göçmen kuşlar genellikle 72 saat boyunca su içmeden uçarlar. Yüksek irtifalar buharlaşmayla su kaybını önlediklerinden ve yağ depolarından metabolik su üretildiğinden dehidrasyon önlenir. Geceleri uçmak da havanın daha serin olduğu zamanlarda suyun korunmasına yardımcı olur.



Üriner Sistem

İdrar

Kuş idrarı, böbreklerin yarı katı ürünüdür ve durduğunda beyaz bir çökeltiye (üratlar) ve süpernatant sıvıya (idrar) ayrılır. Kuşlar idrarlarını konsantre etme yeteneğine sahiptir ancak bu memelilere göre daha az gelişmiştir. İdrar glomerüler filtrat tarafından üretilir ve %90'ı tübüller tarafından geri emilir (Phalen 2000). Bu nedenle, memelilerde olduğu gibi, idrar çıkışının ana kontrolü tübüler rezorpsiyondur.

KLİNİK

Yumurtlamadan önce, paratiroid hormonu (PTH) medüller kemiği demineralize ederek kalsiyumun yumurta sarısı ve kabuğunda birikmesini sağlar. Fazla fosfat böbrekler yoluyla atılarak diüze neden olur. Bu nedenle, birçok tavuk yumurtlamadan önce poliürik hale gelir.

Ürik asit

Sürüngenler gibi kuşlar da ürikoteliktir, yani azotlu atıklarının %60'ını kireçli beyaz üratlar şeklinde atarlar. Üre sadece böbrekte ve daha az oranda karaciğerde detoksifikasyonun bir yan ürünü olarak oluşur. Üratların atılımı daha az su gerektirir, ancak kuşlar için asıl avantajı, yumurtadaki gelişmekte olan embriyonun çözünmeyen bir atık ürünü üretebilmesi ve su fraksiyonunu yoviden emilmek üzere serbest bırakmasıdır (King & McLelland 1984; Sykes 1971). Ürik asit karaciğerde sentezlenir ve glomerüler filtrat tarafından atılır (Goldstein 2000; Phalen 2000). Üratlar ayrıca sürüngen tarzı kortikal nefronlar tarafından salgılanarak idrar akışından bağımsız olarak dışarıya da atılabilir (Phalen 2000).

Gut hastalığı

Gut bir hastalık değil, hiperürisemi veya böbrek hasarının bir belirtisidir. Proksimal renal tübüller hasar görürse ürik asit atılımı glomerüler filtrasyondan nispeten bağımsız olduğundan, susuz kalmış kuşlarda bile yüksek seviyelerde ürat üretilir. Ancak neden olurlar. Yüksek kan ürik asit seviyeleri eklemlerde ve böbrekler, dalak ve perikard gibi organlarda da gut hastalığına neden olur.

KLİNİK

Kuşlarda dehidrasyon, hızla geri dönüşü olmayan gut hastalığına yol açabileceğinden ciddidir. Dehidrasyonu tahmin etmek için kan ürik asit seviyesinin yükselmesi için böbreğin %70'inin hasar görmesi gerekir. Yırtıcı kuşlar gibi etçil kuşlar da yanlış pozitif sonuçlardan kaçınmak için



Üriner Sistem

KURAK ORTAMLARDA KUŞLAR TARAFINDAN YAPILAN ADAPTASYONLAR

- Böbrekler idrarı konsantre etmek için daha fazla medüller nefrona sahiptir (Johnson, OW 1979)
- Tuz bezleri fazla sodyum salgılar- Koprodeum ve kolondan emilim
- Gelen havayı soğutmak için burun boşluğundaki damar ağı (rete mirabili)
- Davranışsal adaptasyon

ANAHTAR NOKTALAR

- Renal pelvis veya mesane yok
- Çift afferent kan akımı
- İki nefron formu - kortikal ve medüller
- Ürikotelik - renal portal sistem tarafından atılan ürat üretimi
- Deniz türlerinde burun tuz bezleri
- Ürat üretimi, hafif dehidrasyon veya böbrek hasarının bile gut hastalığına zemin hazırladığı anlamına gelir

