



Derleme

Köpeklerde Yürüyüş Tipleri

Sümeýra Oral, Mehmet Erkut Kara

Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Türkiye

ÖZET

Öz bilgi/Amaç: Köpeklerde hareketin veya yürüyüşün bilinmesi, birçok ortopedik ve nörolojik problemin tanı ve tedavisinde önemlidir. Ayrıca çeşitli ortopedik hastalıkların tedavisinde kullanılan ortez veya protezlerin tasarımında da köpeklerde yürüyüş tiplerinin bilinmesi değerli bilgiler sağlar. Bu derlemede, köpeklerde vücut şeklinin harekete etkisi ve normal yürüyüş tipleri anlatıldı.

Sonuç: Bu bilgiler, ekstremitelerin bazı ortopedik hastalıklarının tanı ve tedavisinde klinisyenlere yardımcı olabilir.

Anahtar kelimeler: Köpek, Yürüyüş

Canine Gait Types

ABSTRACT

Background/Aim: Understanding the locomotion or gait in dogs is important in the diagnosis and treatment of many orthopaedic and neurological problems. It is also valuable to know the gait types of the dog, for the design of orthoses or prostheses used in the treatment of various orthopaedic diseases. In this review, the normal walking types and the effect of the body shape on the canine locomotion are explained.

Conclusion: This information can help clinicians in the diagnosis and treatment of some orthopaedic diseases of extremities.

Key words: Dog, Gait

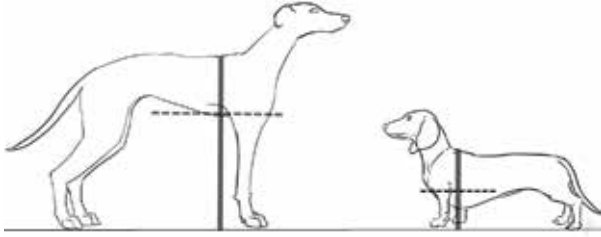
Correspondence to: Sümeýra Oral Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Aydın, Turkey. E-mail: sumeyraeflatun@gmail.com

Giriş

Karasal memelilerde, kompakt ve dengeli gövde yapısı farklı yürüme şekillerinde dört ayak üzerinde hareketi sağlar. Etçillerin vücudu, avını yakalamak için kısa mesafede yüksek hızlara çıkabilecek şekilde gelişirken, herbivorların vücudu az sindirilebilir gıdaların depolanması ve uzun mesafelerde uzun süre hareketli kalabilme yeteneği kazanmıştır. Örneğin atların vücudu, kasların yorulmasını azaltan, uzun bir zaman periyodunda hayvan vücudunu taşıyacak pasif destek mekanizmalarıyla karakterizedir. Etçillerde bu destek mekanizmaları iyi gelişmemiştir. Vücut ağırlıkları azdır ve tükettikleri gıdalar önemli derecede sindirilebilir ve yüksek enerjiye sahiptir (Maierl ve ark., 2007). Köpeklerde hareket ve normal yürüyüşün anlaşılması köpek sahipleri, eğitmenler ve veteriner hekimler için anormal hareketlerin anlaşılabilmesi bakımından önemlidir (Zink ve ark., 2015).

1. Gövde ve Bacaklarda konformasyonun harekete etkisi

Çok sayıda ırkı olan canis familiaris, çok geniş bir şekil ve boyut varyasyonuna sahiptir. Örneğin, Chihuahua ile Kangal ırkları arasında önemli derecede canlı ağırlık farkı vardır. Diğer taraftan kısa bacaklı ve uzun gövdeli ırklarla (Dachshund vb.), uzun bacaklı ırklar (Borzo vb.) karşılaştırıldığında anatomik konformasyonda çok büyük farklılıklar görülebilir (Şekil 1). Köpeğin büyüklüğü ve şekline bağlı yapısal farklılıklar hareketi oluşturan parametreleri de önemli derecede etkiler, ayrıca köpekte normal yürüyüşün karakterize özelliklerinin görülmesinde de problemler olabilir. Koşma ile vücut yapısının ilişkisine bakıldığında köpeklerde, hareketin etkinliği direkt olarak vücut büyüklüğüyle orantılı değildir. Bir köpekte normal yürüyüşe ilişkin karakteristik özellikler başka bir köpekte görülmeyebilir. Estetik dik yürüyüş küçük köpeklerde görüldüğü halde dev ırk bir köpekte böyle bir yürüyüşün görülmesi beklenmez. Diğer taraftan Bulldog'lardaki geniş göğüs yapısı nedeniyle ön bacaklar geniş bir duruş gösterirken, arka bacaklarda böyle bir duruş yoktur.



Şekil 1. Kısa bacaklı ve uzun bacaklı köpeklerde gövde-proximal bacak ve distal bacak bölgeleri arasındaki oransal farklılıklar. Uzun bacaklı köpeklerde distal bacak kısmı daha uzundur.

Birçok köpeğin duruşunda ön ve arka bacakların duruşu simetrik değildir. Bu durum köpeğin vücudunu üç veya dört ayakla destekleyebildiği yürüyüş anında da görülebilir. Ancak hayvan hızını arttırdığında ve yürüyüşünü değiştirdiğinde daha az desteğe sahiptir, böylece bacakları gövdenin altında bulunan ağırlık merkezine doğru gider. Bu yürüyüş şekli gövdenin lateral salınımlarını azaltır ve ağırlık merkezinin desteklenmesini sağlar (Şekil 2). Bacakların, gövdenin orta alt çizgisinde merkeze doğru birbirine yaklaşması hayvanın hızına ve konformasyonuna bağlıdır. Bacakların birbirine yaklaştırılması "single tracking" olarak isimlendirilir. Basset hound ırkı gibi geniş yapıları köpekler daha aşağıda ağırlık merkezine sahiptir ve bu köpeklerde böyle bir yürüyüş görülmez. Bu tür köpeklerin hareketinde gövdenin lateral salınımı görülür, uzun bacaklı köpeklerde bu yürüyüş anormal bir durumdur. Hayvanlarda koşma yeteneği

veya etkinliği; 1) Gövdenin vertikal hareketi artırılarak, 2) İleriye doğru hareket sırasında yanal hareketler azaltılarak, 3) Bacakların rotasyon, adduksiyon, abduksiyon yapan kaslarının etkisi azaltılarak, 4) Distal bacak bölümlerinin proksimal segmentlere göre daha fazla uzatılarak artırılır.



Şekil 2. Sıçramalı gallop (dörtünl) koşu sırasında bacakların gövde altına (median hat) doğru çekilmesi.

Columna vertebralis'in vertikal yönlü salınım yapabilmesi daha uzun adımlar atılmasını sağlar ve columna vertebralis'teki fleksiyon arka bacakların craniale doğru hareket yeteneğini artırır. Columna vertebralis'teki ekstensiyon ise ön bacakların craniale doğru hareket yeteneğini artırır, özellikle bu durum hızlı gallop koşan köpeklerde görülür (Adams, 2004). Derin ve dar göğüs yapısı scapula'ya cranial ve caudale doğru serbest hareket etme yeteneği sağlar. Yukarıda da belirttiği gibi, scapula hareketinin artması daha etkin bir adım ve böylece daha hızlı yürüyüşü sağlar.

Etkin bir yürüyüş için bir köpeğin arka ve ön bacaklarına cranial ve caudalden bakıldığında omuz ve kalça eklemleriyle zemin arasında düz bir hat vardır. Omuz ve kalça ekleminin altındaki her bir eklem menteşe eklem tarzında olduğundan kemiğin laterale veya mediale deviasyonu daha fazla kas aktivasyonu gerektirir ve daha fazla yorgunluğa sebep olur. Her iki ön ve arka bacaklar craniale ve caudale doğru aynı hizada hareket etmelidir. Bir bacak yere bastığındaki yere tepki kuvvetleri gövdenin ileriye doğru ve zıt laterale doğru hareketine neden olur (örneğin sağ ayak yere bastığında gövde craniale ve sol laterale doğru hareketlenir). Bu lateral hareketi karşılamak için karşı tarafın kasları yorulur. Çok koşan köpekler ayaklarını median hatta yaklaşırlar (single tracking-tek yürüyüş). Örneğin sağ ve sol bacaklar arasındaki mesafe koşma anında normal durma anına göre daha azdır, bu durum lateral yer değiştirmeyi azaltır. Bacaklara cranio-caudal yönlü bakıldığında mediale doğru açılanma olur. Basset Hound ırkı gibi birçok kalın göğüslü kısa bacaklı köpek daha kavimli antebrachium'a sahiptir ve lateral hareketi engellemek için bu şekilde koşarlar. Bulldog ırkı gibi ayrı bacaklı köpeklerin koşma yetenekleri daha sınırlıdır (Adams, 2004). Yavaş yürüyüşte ağırlık merkezi gövdenin sağ ve sol tarafı arasında ritmik olarak değişir, kafa ve kuyruk dengesi sağlamak için bir taraftan diğer tarafa doğru yön değiştirir. Aynı zamanda gövde köprüsünün ön tarafında manivela etkisiyle, hareketin yönünün belirlenmesinde de etkili olur. Hızlı yürümeye ise ileriye doğru moment ve atalet artırılır, yanlara doğru hareket daha azdır. Bu durum bir bisikletin ilk kalkış anındaki hareketine benzetilebilir. Alt bacakların destek ile birlikte median düzleme yakın olarak yere çarpması ileriye doğru fırlamada dengesi sağlar ve bu durum hızı arttırmak için kullanılır (Adams, 2004, Datt ve Fletcher, 2012).

Normal bir duruşta köpeğin ağırlığının %60'ı ön bacaklarca taşınır. Kafa ve boynun ekstensiyonu veya kafanın aşağıya indirilmesi ön bacaklara düşen ağırlığı %10-15 arasında arttırabilir (Nunamaker ve Blauner, 1985). Koşmanın etkinliğini arttırmak için scapula, gövdenin uzun eksenine 45° açıyla durur. Hızlı koşma sırasında ise scapula yaklaşık olarak 15° hareket edebilir. Humerus normalde yere basma fazında scapula ile 90° açıyla bağlanır. Ama hareket sırasında scapula'nın uzun eksenine olan açısı 150° olabilir. Scapula'nın merkezinden yere bir dikme indirildiğinde yere basma fazında bu dikme torus metacarpalis'in ortasından geçmelidir. Eğer bu çizgi torus'un cranial'indeyse carpal bölge daha aşağıya doğru kaymıştır, caudal'ine doğru kaymış ise köpek parmak uçlarında yürümeye eğimlidir ve bu durum devam ettiği sürece köpekte tökezleme görülebilir (Adams, 2004). Ayakta sabit duruş anında veya hareket halindeyken ön bacaklar, arka bacakların taşıdığından daha fazla ağırlık taşırlar. Bu şekilde ön bacaklar daha dikey destek kolonuna benzer bir yapı gösterirler ve arka taraftan gelen ağırlığı karşılarlar. Ön bacaklar üç eklemlilik bir vertikal kolon şeklindedir (Nickel ve ark., 1986; Maierl ve ark., 2007). Adımın destek fazında, dirsek ekleminin fleksor açısı 130° civarında olmalıdır. Carpal eklemin fleksiyon açısı bazı durumlarda yer tepki kuvvetini karşılamak için 180 derecenin üzerine çıkabilir (Adams, 2004). Arka bacakların fonksiyonu, bir mançılık gibi ileriye doğru bir itici güç oluşturmaktır. Ön bacaklara göre daha uzun, daha açılı ve daha yoğun kas kitlesiyle sarılıdır, ayrıca columna vertebralis'e doğrudan az oynar bir eklemlilik bağlıdır. Vücut ağırlığının taşınmasında daha az görev yaptıkları için ön bacaklara göre daha açılı şekillenmiştir. Bu nedenle de arka bacaklara daha fazla sayıda kas yapışır. Normal pozisyonda darbe noktasından inen hat ayakların yere temas ettiği orta noktaya iner. Diz eklemi bu hattın önünde, tarsal eklemlilik arkasında kalır. Pelvis gövdeye sıkı bir şekilde bağlanmıştır, diz, tarsal eklem ve parmak eklemlilik aşırı bükülmeye karşı korunurken kalça eklemlilik bir mekanizmaya ihtiyaç yoktur. Gövdenin oluşturduğu köprünün arka ucu gerçekte caput femoris'in dorso-medialinde acetabulum'un ortasına doğrudur (Nickel ve ark., 1986). Arka bacakta da ön bacakta olduğu gibi kas ve tendolara bağlı destekleyici (suspansor) mekanizmalar vardır. Ancak buradaki mekanizmaların büyük bir çoğunluğu diz eklemlilikindedir. Diz eklemlilikle tarsal eklem birbiriyle koordineli çalışır ve bunların fizyasyonu birliktedir. Dizin sabitlenmesinde patella mekanizması önemlidir. Arka bacaklara yük bindiğinde patella trochlea femoris'e yerleşir, quadriceps mekanizmasıyla birlikte diz eklemlilik ön destekler. Diz eklemi, flexor digitorum superficialis tendosu ve diğer tendo calcanei komponentleriyle birlikte tuber calcanei'ye bağlıdır, ayrıca diz eklemlilikten geçen bazı kaslar tarsal bölgenin ve metatarsus'ların ön tarafına yapışır. Böylece eklem sabitlendiğinde distalde bir çekme kuvveti oluşturur ve tarsal eklemlilikde pasif olarak stabil kalır. Distaldeki eklemliliklerin desteklenme mekanizmaları ön bacağına benzerdir (Nickel ve ark., 1986). Arka bacaklarda maksimum yer tepki kuvveti, metatarsal torus'lar ve kalça eklemi aynı vertikal hatta olduğunda görülür. Bacağın üretebileceği gücün büyüklüğü, kalça eklemlilik altında tam ekstensiyon halindeki bacak uzunluğuyla ilişkilidir. Daha uzun bacaklar daha büyük hareketi sağlar. Pelvis ile lumbal vertebraların arasındaki açının 150° olması gerekir. Kalça eklemlilik fleksor açısı yaklaşık olarak 70-90° olarak görülebilir. Tüm bacak uzunluğuna göre, crus uzunluğu arttıkça hareket yeteneği de artar (Adams, 2004). Kasların venter'leri özellikle bacağın proksimal yarımında iyi gelişmiştir ve bacağın kaldırılmasında görev yaparlar, bacağın distal yarımı ise daha hafiftir ve adımın salınım fazında kolaylıkla hızlandırılır (Maierl ve ark., 2007).

2. Gövde ve Bacakların Dinamiği

Hayvanlarda genellikle oyun ve kavgâ zamanlarında yanâl ve geriye doğru hareketler görölse de doğal yürüme hareketi

ileriye doğrudur. İleriye doğru hareket daima bir arka bacağın eklemliliklerinin ekstensiyonu ve yer tepki kuvvetine karşı oluşun itici güç ile başlatılır. Bir bacakla oluşturulan kuvvet, pelvis yoluyla gövdeye doğru dönerek aktarılır. Tepki kuvvetini oluşturun arka bacak öne doğru yerleşir, bu süre içerisinde diğer arka bacağın eklemlilikleri ekstensiyona başlar, ağırlık merkezi karşı tarafın ön bacağına doğru kayar, bu bacakta ağırlık merkezini taşımak için ön tarafa doğru hareket eder. Genel olarak köpeklerin ağırlık merkezi yaklaşık olarak kalbe yakın, ön bacaklar hizasında uzanır ve kafa-boyunun aşağıya doğru indirilmesiyle öne, yukarıya kaldırılmasıyla da arkaya doğru kaydırılabilir. Kafanın yanâl hareketleriyle de yanlara doğru kaydırılabilir. Uzunluk ve kütesine bağlı olarak kuyrukte ağırlık merkezinin yer değiştirmesinde etkindir (Nunamaker ve Blauner, 1985).

Yay olarak bahsedilen kısım thoracolumbal vertebralar, eklemlilikleri, ligamentleri ve kaslarının oluşturduğu esnek yapıdır. Giriş olarak bahsedilen kısmı ise özellikle pelvis ve thorax arasındaki abdominal kaslar oluşturur. Ayrıca yay, ön bacak ve arka bacak kemikleri arasındaki kirişle dolaylı olarak bağlıdır. Bütün evcil memeli hayvanlarda yay kirişi şeklindeki gövdenin ön tarafında, ön bacak kemeri'nin synsarcosis bağlanı şekliyle, iki ön bacak sapana benzer bir şekilde asılı durur. Yay kirişinin arka ucu ise arka bacaklar tarafından desteklenir. Abdominal kasların kontraksiyonu yayda fleksiyona neden olurken epaksiyel kasların kontraksiyonu yayı düzleştirir. Bunun yanında columna vertebralis'e bağlanan iç organların ağırlığı, yayı düzleştirirken, abdominal kaslara bağlı olan iç organların ağırlığı fleksiyona neden olur. M. biceps femoris, m. gluteus superficialis gibi arka bacakların retraktör kasları ve m. brachiocephalicus gibi ön bacakların protraktör kasları yayın fleksiyonuna destek olur, zit kaslar ise tam tersi etki yapar. Bu gövde yapısındaki normal elastisite diğer kasların aktif kontraksiyonu ile desteklenir (Maierl ve ark., 2007, Deban ve ark., 2012). Böylece hem ön hem de arka bacaklar gövdenin yer çekimine karşı yukarıya doğru kaldırılması için harcanan enerjinin bir kısmını geri kazanabilecek şeklindedir. Aşağıya doğru bir ağırlıkla sallanan gövde, hareket sırasında bacak kaslarında ve ligamentlerinde gerilmeye neden olur ve potansiyel enerji depolar. Bu potansiyel enerji ağırlık merkezinin ağırlığın bindiği bacağın ilerisine doğru geçmesi için gövdeyi kaldırarak kinetik enerjiye dönüşür. Dörtünl koşuda belirgin olan bu elastik sıçrama tepkisi daha az oksijen tüketimi sağlar (Datt ve Fletcher, 2012).

Yürümede ön ayaklar tarafından oluşturulan vertikal kuvvetler yaklaşık olarak vücut ağırlığının 1,1 katı, arka ayaklar tarafından oluşturulan vertikal kuvvetler ise vücut ağırlığının yaklaşık 0,8 katıdır (hız 1-1,5 m/sn). Longitudinal düzlemlideki kuvvetler değerlendirildiğinde ön ayaklarda yavaşlatıcı kuvvetler daha etkinken arka ayaklarda hızlandırıcı kuvvetler daha etkindir. Böylece yürüyen bir köpekte ileriye doğru moment kuvveti özellikle arka ayaklar tarafından oluşturulurken, vücut ağırlığının taşınması her ne kadar dört bacakla olsa da büyük oranda ön bacaklarla yapılır. Ön bacaklar ayrıca hayvanın yavaşlamasında ve şok absorpsiyonunda kullanılır. Patilerin yere temas zamanına ilişkin farklı bilgiler vardır. Ön ayakların temas zamanının arka ayaklardan 1,5 katı daha fazla olduğunu belirten çalışmalarla birlikte, ön ve arka ayakların yere basış zamanının eşit olduğunu belirten çalışmalarda bulunmaktadır. Diğer taraftan bazı çalışmalar ayağın yere temas zamanının bacak uzunluğuyla doğrudan orantılı olduğunu belirtmektedir. Uzun bacaklı köpeklerde ayakların yere temas zamanı kısa bacaklılara göre daha uzun sürelidir. Küçük köpeklerin rahvan yürüyüşü çok yaygın değildir, daha çok tırs yürüyüş görülür. Uzun bacaklı köpeklerde ise rahvan yürüyüş daha çok görülür (Nunamaker ve Blauner, 1985).

Köpeklerde hareket esnasında metacarpal ve metatarsal patiler

digital patilerden daha önce yere temas eder. Yere basma sırasında oluşacak şok, carpal eklemin aşırı ekstensiyonu ve tarsal eklemin fleksiyonu ile absorbe edilir. Bu esnada ön bacaklarda sınırlı dirsek fleksiyonu ve humerus'un hızlı bir caudal hareketi görülür (Charteris ve ark., 1979; Adams, 2004). Superficial ve profund digital fleksor tendonlar, fleksor carpi ulnaris ve radialislerin tendoları ve aşil tendoları darbe stresine maruz kalır ve şokun tamponlanmasında yardımcı olur. M. fleksor digitorum profundus ve m. superficialis tendoları ön ayakta da arka ayakta da vücut ağırlığının digital patilere transferi için fleksiyon sağlarlar (Adams, 2004).

Hareket sırasında omuz bölgesi kaslarıyla ön bacak yukarıya doğru kaldırılır ve fleksor kasların etkisiyle eklemlerde fleksiyon görülür. Fleksiyon halindeki bacak m. brachiocephalicus tarafından çekilir, bu hareket m. trapezius ve m. omotransversus kasları tarafından desteklenir. Salınım fazında oluşan bu durumda scapula'nın distal ucu cranio-dorsal yönlü, caudal açısı ise caudo-ventral yönlü rotasyona uğrar. Salınım fazının (swing phase) sonunda ise m. triceps brachii'nin ön kol, m. extensor carpi radialis'in, carpal bölge extensor digital kasların etkisiyle ön ayak eklemleri ekstensiyona gelir. Bacaktaki bu düzleşme ayağı adımın basma fazından daha ileriye bir noktaya iletir. Bu durumda basma fazına geçilir ve vücut ağırlığı da ileriye doğru taşınır. Scapula sırtın yassı kaslarından olan m. romboideus ve m. pectoralis profundus kaslarının etkisiyle ters yönlü rotasyon yapar (Maierl ve ark., 2007). Arka bacaklarda ise sacrum ve pelvis daha sıkı bir eklemlerle birbirine bağlanmıştır, bu durum arka bacaklardaki tepki kuvvetinin gövdeye daha etkin bir şekilde geçmesini sağlar. Arka bacaklar kuvvetin öne doğru iletiminden sorumlu olduğu için kas yapısı da ön bacaklardan daha iyi gelişmiştir. Özellikle atlarda çok fazla kas kuvveti harcanmadan vücut ağırlığının taşınmasına ilişkin çeşitli mekanizmalar gelişmiştir. Arka bacaklardaki kas kontraksiyonlarının temel prensibi ön bacaklardaki kas kontraksiyonlarına benzer. Salınım fazı başlarken bacak eklemleri fleksiyona gelir ve m. tensor fascia lata, m. gluteus superficialis, m. sartorius ve m. iliopsoas kaslarının kontraksiyonuyla bacak ileriye doğru hareket ettirilir. Gövdeden gelerek femur'a yapışan m. iliopsoas kasının abduktör etkisi uyluğun medial tarafındaki m. sartorius, m. pectineus ve m. gracilis gibi kasların adduksiyon etkisiyle karşılanır. Salınım fazının sonunda bacak ekstensiyona gelir, bunda dizin stabilizasyonunu sağlayan m. quadriceps femoris

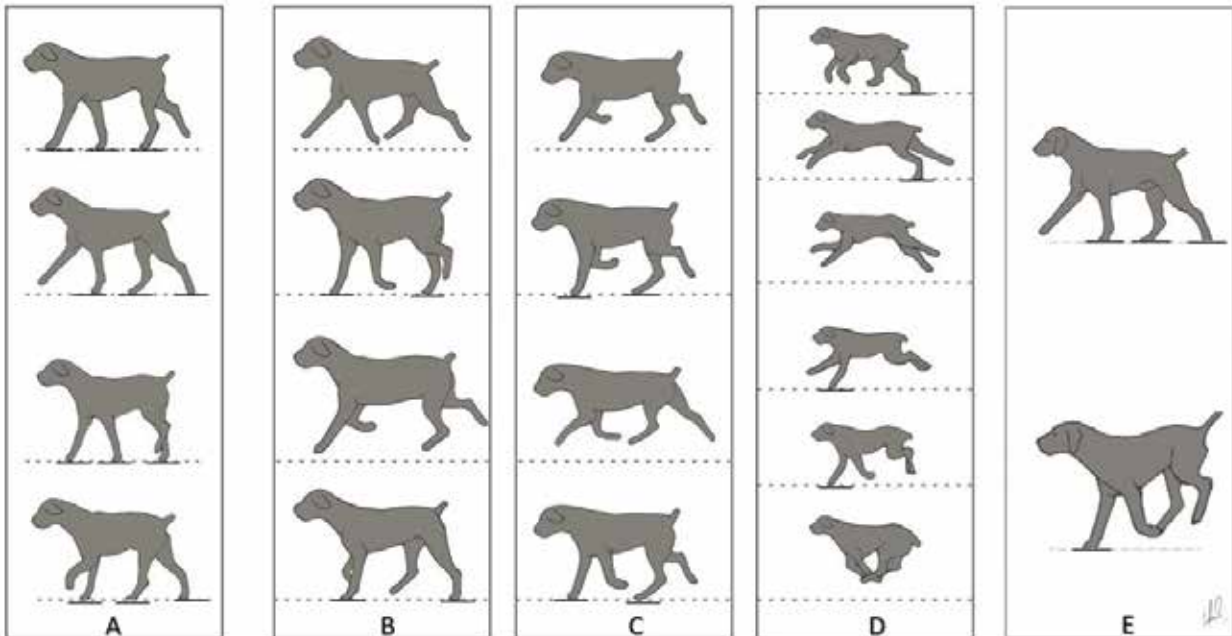
kası önemli rol oynar. Basma fazında kalçanın (gluteus medius), dizin (quadriceps), bileğin ekstensorlarının kontraksiyonu ve hamstring kaslarının yardımıyla gövde ileriye doğru itilir (Maierl ve ark., 2007).

3. Yürüyüşün Evreleri

Bacaklarda hareket süresi değişse de, bir adım, sırası aynı olan dört fazdan oluşur. Ayak zemine bastığında destek fazına geçer, bu durumda gövdenin ağırlığı destek halindeki ayağın eklemlerini fleksiyona getirme eğilimindedir. Destek fazının ortalarında tarsal eklemlerde ekstensiyon ve bunu takiben femur'da caudal dönme hareketi görülür. Diz eklemi daha sabittir. Ön bacakta ise humerus hareketiyle ilişkili olarak hızlı bir dirsek ekstensiyonu görülür. Bacaklar tekrar kas kontraksiyonuyla ekstensiyon pozisyonuna gelir ve tepki fazı başlatılır. Bu fazda ayağın yük taşıyan yüzeyi yerden ayrılan kadar ve bir sonraki bacak faza başlayana kadar gövde ileriye doğru itilir. Kaldırma fazında, bacak yerden kaldırılır ve salınım fazına geçer. Kaldırma ve salınım fazındaki bacağın durumu "aslı bacak evresi" olarak isimlendirilir. Bu durumda ayak yere temas etmez. Destek ve tepki fazlarında ise gövde ağırlık taşıyan bacağına yaslanır, bu duruma da "destek bacak evresi" denir. Aynı bacakta bir kaldırma fazı ile diğeri arasındaki hareket aralığı bir "adım" olarak bilinir ve bu iki hareket arasındaki mesafe de "adım uzunluğu" olarak isimlendirilir. Bu harekette dört bacak bir harmoni içinde hareket eder. Arka bacakların gövdeyi ileriye doğru itmesi destek bacak evresinde olur. Kural olarak ön bacaklar tepki fazında sadece gövdeyi destekler. Bunun yanında hayvan bir yere tırmanırken veya merdiven çıkarken, bir yük çekerken veya köpeklerde yarışma anında tepki fazında ön bacaklar gövdenin ileri çekilmesinde arka bacaklara yardımcı olur (Charteris ve ark., 1979; Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012). İnsanlarda yürüme döngüsünün %60'ı basma, %40'ı salınım fazı şeklinde oluşturur (Voughan ve ark., 1999). Köpeklerde de yürüme sırasında her ayak adım zamanının %50 sinden fazlasını destek fazı oluşturur (Adams, 2004). Bir adım döngüsündeki yer tepki miktarına ise vuruş denir. Örneğin tırıs veya rahvanda iki bacak aynı anda yere değeri daha sonra diğeri iki bacak yere değeri, dolayısıyla da iki vuruşlu yürüyüş görülür (Datt ve Fletcher, 2012).

4. Köpeklerde Yürüyüş

Yürüyüş, bacak hareketlerinin belirli bir sıra ile düzenli



Şekil 3. Köpeklerde farklı yürüyüş tiplerinde sık görülen bazı evreler. A; Normal yürüme, B; Rahvan, C; Tırıs, D; Sıçramalı gallop, E; Sürekli gallop.

olarak tekrar etmesidir. Tür veya ırka bağlı yapısal farklılıklar, antrenman, sağlık durumu, bölge ve duyu durumları ve yorgunluğun derecesine göre değişebilir. Etçiller gövdelerinin esnek olması ve bacaklarını yürüyüş dışında avlanma gibi farklı amaçlarla da kullanıyor olmaları nedeniyle farklı yürüme şekline sahiptirler (Nunamaker ve Blauner, 1985; Poy ve ark., 2000; Adams, 2004; Voss ve ark., 2010; Voss ve ark., 2011; Datt ve Fletcher, 2014). Köpeklerde yürüme veya yürüyüş izleri simetrik ve asimetrik olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Yürüme (the walk), tırıs (trot) ve rahvan (pace) şeklinde görülen simetrik yürüyüşte bir bacağın bir tarafta yaptığı hareket karşı bacakta da tekrarlanır ve ayaklarda birbirine yakın ve aynı hizada yere basar. Dörtnala koşma (gallop) gibi asimetrik yürüyüşlerde bir taraftaki bacak hareketleri diğer tarafta tekrar edilmez ve ayaklar yere aynı hizada basmaz (Şekil 3).

4.1 Normal Yürüme (The Walk)

Bu yürüyüş, bütün bacakların sırasıyla adımını attığı, dört vuruşlu ve ileriye doğru hareketin en yavaş formudur (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012). Bu yürüyüş şeklinde hızla göre değişebilse de bacakların hareketi çapraz sıraylıdır. Hareket arka bacakların birinin itmesiyle başlar, bu bacağı çapraz ön bacak takip eder, sonra diğer arka bacak ve diğer ön bacak kalkar ve yere basar. Her bir ayak bağımsız olarak hareket eder. Bu yürüyüşte genellikle üç bacak destek fazı sık görülür, bu durumda üç ayak yeredir ve bir ayak havadadır (Nunamaker ve Blauner, 1985; Adams, 2004; Zink ve ark., 2015). Daima çapraz tarafın ön bacağı harekete başlamadan önce bir arka bacak tepki fazındadır. Bacakların destek periyodu salınım periyodundan daha uzundur. Sagittal ve diagonal destek fazlarının arasına bir üç bacaklı destek fazı girer (Nickel ve ark., 1986). Genellikle aynı tarafın (ipsilateral) arka patisi, ön patinin izinin üzerine basar, eğer köpek ön bacağına yavaş kaldırırsa adım sırasında ipsilateral ayaklar birbirine temas eder. Hızlı yürüme de, iki ayağın yerde olduğu evreler de görülebilir (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012)

Gövde, kafa ve kuyruk, vertikal ve lateral yönde ağırlık merkezini destekler. Ön bacakların salınım fazında kafa ve boyun aşağıya doğru indirilir, destek fazında ise yukarıya doğru kaldırılır (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012). Gövde horizontal ve vertikal dalgalanma gösterir. Vertikal dalgalanma, her yürüyüş tipinde görülen lumbal ve sağrı bölgelerinin ritmik olarak yükselişidir. Gövdenin horizontal yönlü dalgalanma hareketi sadece normal ve hızlı yürüyüşte görülür. Arka bacakların salınım fazına girdiğinde sağrı yükselir ve lumbal bölgeyle birlikte bir arcus oluşturur, bu hareket ayak yere konduğunda kaybolur. Vertikal salınım ön bacakta çok görülmez, çünkü gövde bağlantısı synsarcosis şeklindedir. Gövdenin horizontal salınımı genellikle sagittal iki bacak destekli yürüyüşte ağırlık merkezinin diğer tarafa taşınması için görülür. Aynı zamanda gövdede bir miktar fleksiyon görülür ve kafa yük taşıyan tarafa doğru gider (Nickel ve ark., 1986). Bir yükün çekilmesi sırasında adımlar kısalmış, yavaşlar ve üç bacak destek fazları daha fazla görülür. Kafa ve kuyruğun lateral hareketleri ve iki bacak desteği çok görülmez. Kafa aşağıda tutularak ağırlık merkezi ön tarafa aktarılmaya çalışılır ve bu durum tüm bacaklarda ileriye doğru itme kuvveti oluşturur (Datt ve Fletcher, 2012).

4.2 Rahvan (Pace)

İki vuruşlu bir yürüyüştür. Bacakların lateral çiftlerinin destek olarak kullanıldığı simetrik bir yürüyüştür. Bir tarafının ön ve arka bacağı salınımında iken diğer taraf yere basar (Nunamaker ve Blauner, 1985; Adams, 2004; Datt ve Fletcher, 2012; Zink ve ark., 2015). Rahvan yürüyüş çok yaygın bir yürüyüş değildir, ancak iyi bir dayanıklılık yürüyüşüdür. Her adımda ağırlık merkezi iki yana doğru yer değiştirir. Ayrıca bu yürüyüş köpeklerde yorgun oldukları zaman, kondüsyonları düşük

olduğu zaman veya bazen bir ortopedik problemleri olduğunda görülür. Obez köpeklerde tırıstan daha çok rahvan yürüyüş görülür. Topuk çalması görülen köpekler, yengeç yürüyüşünden daha çok rahvan yürüyüşü tercih edebilirler. Yavrular kasları gelişene kadar rahvanı tercih ederler. Köpeklerde normal yürüme veya tırıs içerisinde birkaç rahvan adımı görülebilir. Bu da bacak kaslarının arada dinlendirilmesi ile ilgili olabilir (Nunamaker ve Blauner, 1985; Nickel, 1986; Adams, 2004; Datt ve Fletcher, 2012; Zink ve ark., 2015).

4.3 Tırıs (Trot)

Tırıs, düzgün olmayan zeminlerde sabit bir hızla uzun süre gidüş için tüm quadripad'lerde görülen genel bir yürüyüştür. Vahşi hayvanlarda yiyecek aramada kullanılan doğal bir yürüyüştür. Kızak çeken Eskimo Köpekleri 4 m/sn'lik hızla 75 km kadar gidebilirken, hızlandıklarında 6,5 m/sn hızla 11 km kadar gidebilirler. Yürüyüş sırasında tüm bacaklar çalışır ve dengeyi kolaylaştırmak için diagonal destek kullanılır (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012.). Standart veya yavaş tırıs yürüyüşte, iki diagonal (çapraz) bacağın senkronize olarak hareket ettiği simetrik bir yürüyüştür. Çapraz bacaklar genellikle birlikte hareket ederler. Arka bacakların yere temas süresi ön bacaklara göre biraz daha uzundur (Nunamaker ve Blauner, 1985; Nickel ve ark., 1986). Bu bacak hareketleri sol arka-sağ ön ve sağ arka-sol ön şeklinde görülür. Burada ağırlık merkezi yaygın olarak diagonal iki bacağın destek hareketine göre yer değiştirir. Ağırlık merkezi herhangi bir yan hareket olmadan ileriye doğru değiştirilir ve iki bacak desteği diğer iki bacakla karşılıklı olarak değişir. Bu şu anlama gelir, yere basan diagonal bacakların salınım fazına geçmeden önce arka bacaklar gövdeyi ileriye doğru iter. Bu ileri ve yukarıya doğru itme, arka bacakların ileriye doğru salınım fazına geçmeden önce ön bacakların kaldırılması için gereklidir. Köpeklerin ırk özelliklerine veya hızla bağlı olarak varyasyonlar görülebilir. Tırıs yürüyüşte diagonal senkronizasyon yukarıda da belirtildiği gibi en genel görünümüdür, ama bu durum hızlı tırısta görülmeyebilir. Yavaş tırısta süspansiyon fazı yoktur. Hızlı tırısta iki diagonal destek fazının arasında bir süspansiyon fazı vardır. Bu fazda yere basan ayak yoktur. Bu yürüyüşte adım uzatıldığı için arka ayak ön ayağa çarpabilir. Bu çarpmadan kaçınmak için ya ön bacaklar arka baktan önce kaldırılır ya da arka bacak yere inerken yana doğru çekilir (yengeç yürüyüşüne benzer). (Datt ve Fletcher, 2012; Zink ve ark., 2015). Ön bacağın arka baktan önce yerden kaldırıldığı yürüyüşte bir tarafın arka ayağı karşı tarafın ön ayağı altında görülebilir. Arka bacağın izi direkt olarak ön bacağın izine düşer. Bu yürüme şekli özellikle vahşi yaşamdaki dayanıklı köpeklerde görülür (Nunamaker ve Blauner, 1985). Bazı durumlarda arka ayaklar daha ileriye doğru gidebilir, ama oblik olarak hareket ederler şöyle ki, bir arka bacak ön bacağın iç tarafına doğru, diğer arka bacak da dış tarafına doğru yerleşir. Bu yürüyüşte arka bacak kısa bir süre için çapraz ön bacağın biraz önüne geçer, bu şekilde gövdeye destek verir. Özellikle yorgun oldukları zamanlarda kullanılan bir yürüyüş şeklindedir (Nickel ve ark., 1986). Kısa vücutlu ve uzun bacaklı köpeklerin tırıs yürüyüşü zordur. Çünkü bunların arka bacakları ön bacaklarıyla temas eder. Yengeç yürüyüşü, bu durumdan kaçmak için bir metottur, bu şekilde köpeğin gövdesinde dönme oluşur ve bu durumda arka bacağın bir tarafta ön bacağın yanına geçmesine neden olur böylece köpek kendiliğinden ileriye yana hareket eder (Nunamaker ve Blauner, 1985).

Alman Çoban Köpeği gibi bazı köpekler hızlı tırıs yürüyüş yapma yeteneğine sahiptir ve bunların ileriye doğru hareket momenti nedeniyle dört ayak yerden yukarıya kalkabilir. Bunların uzun gövdesi ve ağırlık merkezinin aşağıda olması nedeniyle ön ve arka ayağın birbirine teması görülür, bunu dengelemek için arka ayakların yan hareketi (yengeç yürüyüşü-crab running) görülür (Adams, 2004; Datt ve Fletcher, 2012).

Tırıs yürüme hareketinde gövde de az veya çok katılık vardır. Kafa ve boyun daha sıkı bir şekilde yukarıya doğru kaldırılır ve boyun bölgesinde kasların etkisiyle gövde ileriye doğru çekilir. Gövdede sadece vertikal salınımlar görülür (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012). Aynı durum özellikle omuz, dirsek, carpal eklem, diz ve tarsal eklemlerde de görülür. Yürümeden farklı olarak tırıs yürüyüşte basma fazının ortasında diz eklemde fleksiyon oluşabilir. Arka bacak eklemlerinin hareketinin şiddeti kalça eklemde 30 dereceye ulaşabilen açısal değişiklikler, tarsal ve diz eklemde 60° olabilmektedir. Vertikal kuvvetlerin şiddeti normal yürümeye göre tırısta iki katı daha fazla olabilir (Nunamaker ve Blauner, 1985).

Hayvanlar, topallık gibi anormal yürüyüşlerin tanısı daha kolay yapılabildiği için sıklıkla tırıs yürüyüşte yürütülürler. Eklemlerdeki fleksiyon ve ekstensiyon dereceleri azalır. Bacak hareketindeki salınım ve destek fazları kısılır, bunun nedeni yaralı veya zarar görmüş bacağın vücut ağırlığını taşıması için daha az görev yapmasıdır. Bacak ve boyunun vertikal hareketi topallığa bağlı veya sağ ya da sol bacağın etkilenmesine bağlı olarak değişebilir. Örneğin sağlam ön bacak yere bastığında kafa aşağıya doğru inerken, total bacak yere bastığında kafa yukarıya doğru hareket edecektir. Arka bacak topallıklarında ise, sağlam olmayan arka bacağı yüklenildiğinde pelvis yukarıya doğru kaldırılacaktır (Adams, 2004; Nunamaker ve Blauner, 1985).

Sabit hızlarda hayvanlar yürüyüşünü tırıs olarak değiştirir, çünkü bu yürüyüş daha az kas eforu ile daha hızlı salınım sağlar. Ayak yere bastığında fleksör kaslarda bir gerilim oluşur ve ayağın yerden kaldırılmasıyla yay benzeri aksiyel yönlü bir kuvvetin açığa çıkmasına neden olur. Dört nala yürümeye yay salınım süresi daha kısadır, hayvan hızını arttırdıkça adımın zamanı azalır, uzunluğu artar. Bunun yanında thoraca-lumbal bölgenin ritmik fleksiyon ve ekstensiyonu bu hareketlere destek olur (Maiel ve ark., 2007).

4.4 Dört nala Yürüyüş (Gallop)

Gallop en hızlı yürüyüş şeklidir. Hız, ırk özelliklerine göre değişmekle birlikte, tazılarda saatte 60 km'yi bulabilmektedir (Nunamaker ve Blauner, 1985; Nickel ve ark., 1986). Gallop'da, normal yürüme veya tırısta olduğu gibi vücudun ileriye doğru itiş ve atılması yoktur. Bundan daha ziyade yüksek hız ve kuvvetle birlikte ileriye doğru mancınık (catapult) hareketi vardır. Gövdenin oluşturduğu köprü kemeri, bu harekete çeşitli derecelerde aktif olarak katılır (Nickel ve ark., 1986). Bu yürüyüşte herhangi bir senkronizasyon olmadan iki arka bacak yere temas eder ve daha sonra iki ön bacak yere temas eder. Bu yürüyüşün çeşitli formları vardır; sürekli (canter), normal (transverse), sıçrama (leaping, rotatory, running, jumping) şeklinde görülür (Adams, 2004; Datt ve Fletcher, 2012; Nickel ve ark., 1986; Nunamaker ve Blauner, 1985).

Sürekli gallop (canter, kenter), üç vuruşlu ve bir suspansiyon periyodu içeren hızlı bir yürüyüş tipidir ve her adımda üç ayak aralıklı olarak destek sağlar. Bir arka ayak, karşı tarafın arka ayağı ve bunun çapraz tarafının ön ayağı sürekli yere temas halindedir. Bacakların yere basma sırası, sağ arka-sol arka ve sağ ön birlikte-sol ön-suspansiyon fazı şeklindedir. Yürüyüşün yönünü belirleyen lider ön bacak (suspansiyon fazından önceki), diğer ön baktan daha uzun bir süre ağırlığı taşır. Adımın bir bölümünde tek bir ön ayak (lider ayak) mancınık benzeri hareket yapar. Bu durumda bu ön bacağın ekstensiyonu ile gövde ileriye doğru yönlendirilir. Scapula ile göğüs arasındaki 45° açı, ön bacağın gövdeyi ileriye doğru sürmesi için maksimum gücü sağlar (Adams, 2004). Bir daire çevresinde dönen hayvanlarda, daire merkezine yakın olan ön bacak daima lider ön baktır. Çünkü karşı tarafın arka bacağı ağırlık merkezini ileriye olduğu

kadar laterale doğru da iletir. Düz bir yolda köpekler yorgunluğu azaltmak ya da dönüşe hazırlanmak için lider ön bacağı değiştirebilirler. Canter uzun mesafe yolculuklarda kullanılan, daha az yorucu ve iyi destek sağlayan bir yürüyüş tipidir. Tırıs yürüyüşten daha yavaştır ancak dört nala yürüyüşe kolaylıkla geçilebilir. Üç ayak desteği olduğu için canter düzgün olmayan zeminler için uygun bir yürüyüş tipidir (Datt ve Fletcher, 2012).

Normal (transverse, right) gallop, at, sığır ve diğer büyük baş hayvanlarda daha çok görülür. Dört vuruşlu ve bir suspansiyon fazı olan bir yürüyüştür. Adımlar sırasıyla, sol arka-sağ arka-sol ön-sağ ön ve bir suspansiyon fazı şeklindedir. Bu yürüyüş tipi köpeklerde genellikle görülmez, köpeklerin hızlı yürüyüşü genellikle sıçrama galloptur (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012).

Sıçramalı (leaping, rotatory, running, jumping) gallop yürüyüşünde ise gövde kemeri harekete tam olarak katılır. Bu yürüyüş, en hızlı ancak en yorucu yürüyüştür. Tazılar bu yürüyüş tipiyle 60 km/s hıza çıkabilirler. Dört vuruş ve iki suspansiyon fazı vardır. Harekete aktif olarak katılan gövde, yay şeklinde bir köprü oluşturur. Bu yürüyüşte hayvan arka baktan ön bacağı doğru etkin bir şekilde sıçrar, ilk fırlatma hareketinde köprü kemeri önüne doğru oluşturduğu büyük bir kuvvetle ilk fırlama hareketi gelir, daha sonra bunu ikincisi takip eder. Adım sırası, sağ arka-sol arka-suspansiyon-sol ön-sağ ön-suspansiyon fazı şeklindedir (Nickel ve ark., 1986; Datt ve Fletcher, 2012). Hareket süresince köprü kemeri üst noktası thoraca-lumbal bölgededir ve dorsale doğru maksimum bir kavis yapar. Bu duruma iç lumbal ve abdominal kasların kontraksiyonu destek olur. Arka bacakların çok daha fazla ileriye doğru gitmesi sağlanır. Hıza ve arka bacakların uzunluğuna bağlı olarak arka bacaklar, ön bacakların arkasına veya yanına yere vurur. Arka bacaklar ön bacakların lateral tarafına da geçebilir. Arka bacakların destek veya itme fazı için, m. erector spinae gibi sırtın ekstensör kaslarının kontraksiyon yaparak köprü kemeri gergin tutular ve sırttaki gerginliğe bağlı oluşan bu enerji sıçramaya yol açar. Bu durum, ikinci bir serbest kayma fazına yol açar, gövde havaya doğru fırlatılır, ön bacaklar daha öne atılır, sırtın aşırı ekstensiyonu görülür (Nickel ve ark., 1986).

Etçillerin bacakları, avladıkları herbivorlara göre daha kısadır, ancak hızlanırken esnek gövdelerini kullanırlar. Anatomik olarak kısa bacakları kompanze etmek için columna vertebralis'in fleksiyon ve ekstensiyonu ile adım uzunluğu efektif olarak artırılır. Gövdenin fleksiyonu (abdominal kasları kullanarak), arka ayakların ön ayakların zemine temas ettiği yerden daha öne temas etmesini sağlar. Arka bacakların itmesi ile birlikte gövde ekstensiyonu bir sıçrama oluşturur, bu durum ön bacakların anatomik olarak ulaşabileceklerinden daha öne doğru yere basmasını sağlar. Epaxial ve hamstring kasları vücut ağırlığını taşır ve sıçrama fazında ağırlık merkezinin kaldırılmasını sağlar. Karın duvarı kasları gövdenin fleksiyonunda pelvis'i öne getirir (Datt ve Fletcher, 2012). Bu yürüyüşün sekans hareketi gövdenin desteği, arka bacakların birinin salınımı diğerinin desteğiyle başlar. Bunun hemen arkasından ikinci arka bacak desteğe geçer. Arka bacaklar gövdeyi ileriye itmek için ekstensiyona geçerken ön bacaklar ileriye doğru salınır ve sırt gerilmeye başlar. Hemen arkasından ilk yere temas eden arka bacak kalkarken diğer arka bacak gövdeyi yönlendirmeye ve sırt ekstensiyona devam eder, bu ikinci arka bacak desteği fazıdır. Böylece gövde yukarı ve öne doğru fırlatılır. Ön bacaklar öne doğru uzanırken arka bacaklar tam olarak yayılır, bu fazda hayvan uçuyormuş gibi görülür (ilk kayma fazı). Bundan sonra gövde bir ön bacak desteklenir, arkasından iki ön bacaklar. Daha sonra gövde ikinci olarak yere değen ön bacak üzerinden öne doğru kayar. Bu durumda arka bacaklar öne doğru gelmiştir ve sırt tam bir kemer oluşturmuştur. Arka bacaklar ön bacakların laterale doğru yere çarpar ve kalkar, bu durumda

gövde tekrar serbest olarak kayar, buna ikinci kayma fazı denir ve bu fazda vücut öne doğru fırlatılır (mancınık hareketi). Bu yürüyüş arka bacaklardan birinin yere teması ile tekrar başlatılır (Nickel ve ark., 1986; Zink ve ark., 2015).

Özellikle tazılarda yarış gallop'u olarak bilinen bu yürüyüş şekli en yüksek hıza ulaşmak için kullanılır. Köpeklerin ırk özelliklerine ve vücut konformasyonlarına bağlı olarak farklı gallop tipleri de görülebilir. Örneğin Pointer'larda avlanma sırasında kenter yürüyüş görülebilir. Bu durumda bir arka bacak destek fazını iki arka bacak destek fazı izler, daha sonra bir ön bacak yere temas eder ve üç bacak destek fazı görülür. Ancak bundan sonra bir tarafın arka bacağı kaldırıldığında sagittal iki bacak yerde kalır. İçteki arka bacak kaldırıldığı anda dıştaki ön bacak yere temas eder (ön iki ayak destek) ve gövde ileriye doğru hareket eder (ön tek ayak destek). Sirt bölgesi bir kemer oluştursa da bu yarış gallop'u kadar değildir. Arkasından dış arka bacak tekrar gövdenin altında ileriye doğru getirilir ve bu durumda kısa bir kayma fazı görülür (Nickel, 1986). Sıçramalı gallop, Gazeounds (Sighthounds) olarak isimlendirilen Greyhound, Whipped, Saluki, Borzoi ve Afghan hound gibi tazılarda ve Doberman Pinscher'larda yaygın olarak görülür (Nickel ve ark., 1986; Adams, 2004).

Farklı oranlarda olsa da tırıs ve normal yürüyüş boyunca hızla birlikte adım sıklığı lineer bir şekilde artar. Bir hayvan gallop yürüyüşe başladığında adımların sıklığı sabit kalır, hayvan adımların uzunluğunu artırarak hızını artırır. Bir yürüyüşten başka bir yürüyüşe geçiş genellikle küçük hayvanlarda sık olarak ve yavaş hızda olur. Kafanın yukarı hareketi yürüme ve tırısta iki defa görülürken gallopta her adım siklusunda bir defa görülür. Kafa, boyun ve arka kısmın hareket büyüklüğünün artması gallop yürüyüşün önemli bir belirteçidir. Çünkü bu yürüyüşte diğer yürüyüş şekillerine göre daha hızlı bir hareket vardır. Kafanın aşağıya doğru salınımı ön bacakların ileriye doğru uzanmasına eşlik ederken kafanın yukarıya doğru hareketi sırtın bir kemer oluşturmasına ve arka bacakların gövdeyi ayakların yerleşimi için hazırlanmasına eşlik eder. Yürüme ve tırıs yürüyüşlerinde yürüyüşü büyük oranda bacakların kaslarıyla ilişkili olsa da gallop yürüyüşte gövde kasları da sırtın ekstensiyonu ve kemer oluşturabilmesi için kullanılır. Hayvanlar hızın artışıyla birlikte yürüyüşlerini değiştirebilirler. Böylece gövdenin bazı bölümleri elastik enerji biriktirir. Böylece çok küçük enerjiler yürüyüş boyunca vücudun elastik bölgelerinde biriktirilir. Tırıs yürüme sırasında enerji bacağın elastik bölümlerinde biriktirilirken gallop yürüyüşe geçtiğinde gövdenin elastik elementlerinde enerji biriktirilir. Bir köpek ortalama bir sabit ivmeyle hızlandığında hareketin mekaniği bir zıplama topunun mekaniğine benzer, hayvanın zıplaması için gerekli olan enerji elastik enerjidir ve her adımda kullanılmaz. Böylece küçük miktarlardaki enerji tek başına kas kontraksiyonuyla elde edilenden daha yüksek derecede bir etkinlik için elastik bir sistem korunur. Kasın elastik enerjiyi kullanması için ilk olarak kas gerginleşerek uzar daha sonra da gevşeyerek kısalır, bu şekilde elastik enerji biriktirir (Nunamaker ve Blauner, 1985).

Açıklama

Şekil çizimleri için yardımcı olan Anatomi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Sercan Kardoğan'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adams DR (2004). Biomechanics. In: Adams DR Canine Anatomy: A Systematics Study, Iowa State Press, Iowa.
- Charteris J, Leach D, Taves C (1979). Comparative Kinematic Analysis of Bipedal and Quadrupedal Locomotion: A Cyclographic Technique, J. Anat., 128 (4), 803-819.
- Datt VL, Fletcher TF (2012). Gait Foot-Fall Patterns Erişim: [http://vanat.cvm.umn.edu/gaits/index.html] Erişim Tarihi:

15.04.2014.

- Deban SM, Schilling N, Carrier DR (2012). Research Article: Activity of Extrinsic Limb Muscles in Dogs at Walk, Trot and Gallop, The Journal of Experimental Biology, 215: 287-300.
- Maierl J, König HE, Liebich HG (2007). Statics and Dynamics. In: König HE, Liebich HG Veterinary Anatomy of Domestic Mammals: Textbook and Colour Atlas, Schattauer Verlag, pp: 277-282.
- Nickel R, Schummer A, Seiferle E (1986). The Locomotor System of The Domestic Mammals. Verlag Paul Parey, Berlin. pp. 441-466s.
- Nunamaker DM, Blauner PD (1985). Normal And Abnormal Gait, ED; Newton CD, Nunamaker DM, Textbook of Small Animal Orthopaedics, J. B. Lippincott Company, USA.
- Poy NS, DeCamp CE, Bennett RJ, Hauptman JG (2000). Additional Kinematic Variables to Describe Differences in The Trot Between Clinically Normal Dogs and Dogs With Hip Dysplasia, Am. J. Vet. Res., 61:974-978.
- Voss K, Galeandro L, Wiestner T, Haessig M, Montavon PM (2010). Relationships of Body Weight, Body Size, Subject Velocity, and Vertical Ground Reaction Forces in Trotting Dogs, Veterinary Surgery, 39: 863-869.
- Voss K, Wiestner T, Galeandro L, Hässig M, Montavon PM (2011). Effect of Dog Breed and Body Conformation on Vertical Ground Reaction Forces, Impulses and Stance Times, Vet Comp Orthop Traumatol, 24: 106-112.
- Voughan CL, Davis BL, O'Connor JC (1999). Dynamics of Human Gait, Kiboho Publishers, Cape Town.
- Zink MC, Canapp SO, Carr BJ (2015). Gait analysis: Knowing what's right so you can recognize what's wrong. Clean Run, 21, 20-23.