T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RATLARDA OSSA MEMBRİ THORACİCİ'NİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNİN ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ

Songül KAHRAMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK

KONYA-2012

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RATLARDA OSSA MEMBRİ THORACİCİ'NİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNİN ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ

Songül KAHRAMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 10202042 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2012

ÖNSÖZ

Bilgisayarlı Tomografinin (BT) klinik kullanıma girmesinin ardından ilk görüntü rekonstrüksiyonlarının oluşturulmasına kadar geçen süre içerisinde; imaj bilgilerinin elde edilmesi, elde edilen bilgilerin düzenlenip farklı şekillerde işlenmesi ve farklı yazılım programlarıyla daha ince detaylı görüntülerin mümkün kılınması aşamalarında bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir. Spiral BT ve klinik uygulamalarda artan bir şekilde kullanıma giren Multi Slice BT kemik patolojilerini ortaya koymada çok başarılıdır. Bu cihazlardan elde edilen ince kesit kalınlıkları ve üç boyutlu modelleme programları sayesinde iskelet sisteminin ve birçok organın farklı düzlemlerdeki görüntülerin alınıp bunlardan hacim bilgisi oluşturularak üç boyutlu incelemeler yapılması mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada ratların ön bacak kemikleri BT ile görüntülendikten sonra üç boyutlu modelleme programı ile yeniden yapılandırılma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen bu tez projesi Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP, 10202042) tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde bilimsel destek ve yardımlarını esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine, Arş. Gör. Dr. M. Orhun DAYAN'a ve projeye maddi olarak destek sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. GİRİŞ …….. 1

1.1. Medikal Görüntüleme Teknikleri …….. 2

1.2. Radyasyonun Zararlı Etkileri ……. 6

1.3. Rekonstrüksiyon ……..… 7

1.4. Rat …….……. 8

2. GEREÇ ve YÖNTEM……. 12

3. BULGULAR…… 17

4. TARTIŞMA……. 31

5. SONUÇ ve ÖNERİLER……. 33

6. ÖZET…….. 34

7. SUMMARY…… 35

8. KAYNAKLAR……... 36

9. EKLER ……..…… 40

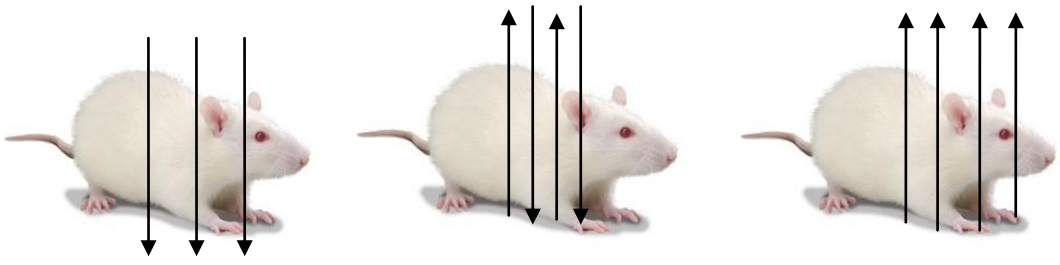
EK 1. ETİK KURUL ONAYI …… 40

10. ÖZGEÇMİŞ…….. 41

1. GİRİŞ

Radyoloji'nin tarihi Alman fizik profesörü W.C. Röntgen (1845-1923)'in x-ışınlarını keşfiyle başlamış ve 1895'de ilk röntgeni çekerek bu bilimin temellerini atmıştır. X- ışınlarının keşfinden sonraki dönem içerisinde görüntüleme yöntemleri günümüze kadar çok hızlı bir şekilde gelişme göstermiştir (Anonim 2009a).

Görüntüleme yöntemleri üç farklı prensibe dayanmaktadır. Bunlar; emisyon, transmisyon ve refleksiyon'dur. Emisyonda, enerji kaynağı canlının kendisidir ve bu prensip ile çalışan manyetik rezonans (MR) görüntülemede radyo frekans dalgaları ile dokular uyarılarak görüntü elde edilir. Transmisyonda, enerji kaynağından çıkan enerji canlının vücudunu geçerek görüntünün oluşacağı alıcıya ulaşır. Röntgen ve bilgisayarlı tomografi (BT) bu prensibe dayanarak çalışır. Refleksiyonda ise enerji kaynağı ve alıcı aynı taraftadır. Enerji canlıya gönderildikten sonra yansıması yeniden geriye toplanarak görüntü elde edilir. Ultrasonografi (US)'nin temeli de bu prensibe dayanır (Kaya 1996b, Elliott 2005, Anonim 2009a).



Transmisyon Refleksiyon Emisyon

1.1. Medikal Görüntüleme Teknikleri

Pet hayvanlarında kullanılan görüntüleme teknikleri diğer hayvanlarda kullanılan tekniklerle aynıdır. Bu hayvanlarda kırık ve çıkıklar, karın boşluğundaki yabancı cisimler, tümör, apse, organ hipertrofi/atrofileri ve gebelik tanısında kullanılır. Ayrıca kontrast maddeler verilerek de sindirim ve üriner sistemin görüntülenmesi sağlanabilir (Girling 2002).

1.1.1. Röntgen

X- ışınları kullanılarak görüntülemenin sağlandığı en eski tekniktir (Kaya 1996a). X- ışınları canlının vücudunu geçtikten sonra film tabakasının üzerine düşer ve film üzerinde ışınların fazla miktarda düştüğü yerler siyah (yumuşak doku), ışınların az düştüğü yerler ise beyaz (sert doku) olarak görülür (Anonim 2009a).

Röntgenden sonra birçok yeni görüntüleme tekniği geliştirilmesine rağmen günümüzde röntgen klinik önemini hala korumaktadır. Özellikle kemik kırıklarında ve akciğer hastalıklarının tanısında kullanılabilecek en basit, ucuz ve kolay görüntüleme tekniğidir. Röntgen görüntüsünün çok iyi yorumlanabilmesi için hekimin ve/veya radyologun yeterince anatomi, patoloji ve röntgen fiziği bilgisine sahip olması gerekir (Anonim 2009a). Röntgen ratlarda özellikle kemik yapılarda ve kemik gelişimi esnasındaki değişimleri incelemek amacı ile kullanılmaktadır (Asling and Frank 2005).

1.1.2. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Tomografi terimi Yunanca kesmek anlamına gelen "tomos" ve görüntü anlamına gelen "grama" kelimelerinin birleşmesinden oluşur (Capello ve Cauduro 2008). BT ise tomografik görüntüleme tekniğinin bilgisayar hesaplamaları yardımıyla elde edildiği ilk tekniktir (Ohlerth ve Scharf 2007). Ülkemizde ilk olarak 1976 yılında Hacettepe Üniversitesi'nde uygulamaya giren BT, canlıya uygulanan x-ışınlarının dokularda tutulmayan kısımlarının bir dedektör vasıtasıyla bilgisayar ortamına aktarılarak görüntü elde edilmesi esasına dayanır. BT ile organizmanın kesitsel görüntüleri elde edilir. BT'nin en büyük avantajları boşluklu yapılarda kullanılması, kesitsel görüntülerde yüksek derecede detay vermesidir (Alkan 1999).

BT, veteriner hekimliği alanında nörolojik, onkolojik ve ortopedik bozuklukların tespitinde küçük hayvan kliniğinde kullanılmaktadır. İlk olarak 1980-1981 yıllarında köpeklerde gözlenen neoplasma vakalarının teşhisinde kullanılmıştır. Günümüzde ise karaciğer, dalak, pankreas, böbreküstü bezi, üriner sistem hastalıklarının ve iskelet anomalilerinin tanısında rutin olarak kullanılmaktadır (Ohlerth ve Scharf 2007).

BT, canlı vücudundan kesitler alınarak elde edilen görüntüleme yöntemidir (Adapınar 1996c). X- ışınının çok farklı olarak inceltilerek çizgisel şekilde düşürülmesiyle görüntü elde edilir. Bu teknikte kesitsel görüntünün alınabilmesi için röntgen tüpü ve dedektörün canlının etrafında döndürülmesi gerekir. Döndürülme sayesinde üç boyutlu kesitsel görüntüler elde edilebilmektedir. BT'de görüntünün yoğunluğu maddenin x- ışını absorbe etme özelliğine bağlıdır. Kemik gibi x- ışınını fazla absorbe eden dokular beyaz olarak; daha az absorbe eden diğer dokular gri ve

tonları şeklinde gözlenirken, x- ışınını absorbe etmeyen hava ise siyah görülür. BT'de incelenmek istenen doku veya organın görüntüsü kesitler halinde elde edilir ve bu görüntünün hassasiyeti alınan kesitlerin inceliğiyle doğru orantılıdır. İnce kesitli görüntüler incelenecek olan doku veya organ hakkında daha detaylı anatomik bilgi verir. Transversal ve longitudinal olarak alınan kesitler daha sonra üç boyutlu hale getirilebilmektedir. Bu işleme ise "rekonstrüksiyon" veya "reformasyon" adı verilir (Anonim 2009a).

BT'de röntgen ile görüntülenmesi mümkün olmayan yumuşak dokuların ayrımı yapılabilir. Ancak kemiğe komşu dokuların görüntülenmesinde MR, BT'den daha üstündür. Özellikle vertebra, pelvis, omuz kemeri, kafatası tabanı kemikleri, abdominal bölge ve akciğer gibi yapılarda BT daha geniş bir kullanım alanı bulur (Anonim 2009a). Pet hayvanlarının görüntülenmesinde de BT hızlı bir şekilde kullanıma girmiştir (Girling 2002).

1.1.3. Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme

Ratlarda MR görüntüleme tekniği özellikle model hastalık oluşturulan ratların takibinde oldukça fazla kullanılmaktadır (Ning ve ark 2010).

Bu teknik ilk olarak 1940'lı yıllarda keşfedilmesine rağmen ancak 1970-1980'li yıllarda kullanıma girebilmiştir. MR görüntüleme tekniği, BT'de olduğu gibi kesitsel bir görüntüleme yöntemidir. MR cihazı da BT'ye benzemekle birlikte fiziksel temelleri BT'den farklıdır. Yöntem, manyetik alan içerisinde canlıya radyo dalgası gönderilerek dokularda manyetik etkiyi değiştirme sonucunda dokulardan gelen sinyalleri geriye alarak görüntüyü oluşturma prensibine dayanır (Adapınar

1996a, Anonim 2009a). MR; özellikle merkezi sinir sistemi, kas-iskelet sistemi ve yumuşak doku incelenmesinde başarıyla kullanılan bir görüntüleme tekniğidir. Mide-bağırsak gibi organların incelenmesinde ise rutin olarak kullanılmayıp yalnızca kolon kanseri teşhisinde kısmi olarak kullanılmaktadır (Adapınar 1996b, Debatin ve Patak 1999). Özellikle colorectal polyp ve neoplasmaların teşhisinde BT daha geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Gluecker ve Fletcher 2002, Mang ve ark 2007). Kemik yapılara komşu olan dokuların görüntülenmesinde BT kullanımında zorluklarla karşılaşılmasına rağmen bu alanda MR oldukça başarılıdır. MR anjiografisi, kalp damar sistemini görüntülemede kullanılan diğer bir tekniktir (Anonim 2009a). Pet hayvanların görüntülenmesinde MR diagnostik yöntemler de hızla kullanıma girmiştir (Girling 2002, Lewis ve ark 2002).

1.1.4. Ultrasonografi (US)

Ultrasonografi (US), ratlarda gebelik tanısında (Ypsilantis ve ark 2009) kullanılmakla birlikte değişik organlar ve damarlar üzerinde yapılan teşhis ve tedavilerde de kullanılmaktadır (Coatney 2001).

Söz konusu olan görüntüleme tekniği, yumuşak doku ve parankimal organların incelenmesinde rutin olarak kullanılır (Adapınar 1996e). Bu teknikte diğer görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak mekanik bir enerji olan ses enerjisi kullanılır. Kullanılan ses frekansı ise insan kulağının duyabileceği frekansın çok daha üzerindedir. US cihazı; elektrik enerjisini sese, sesi de elektrik enerjisine dönüştürerek prob cihazı vasıtasıyla sesin eko yapmasından faydalanarak görüntü oluşturur. Dokuların sese karşı verdikleri yansıma, dokunun yoğunluğuna göre farklılık gösterdiği için elde edilen görüntüde dokular farklı renk tonlarında (siyah-

beyaz arası) gözlenir (Adapınar 1996e, Anonim 2009a). Bu yöntemle kas, tendo, karaciğer, dalak, böbrek, pankreas, ürogenital sistem ve kalp (ekokardiyografi) gibi organlar muayene edilir (Adapınar 1996f).

Pet hayvanlarının görüntülenmesinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemi US'dir (Girling 2002). Bu teknik pratik ve ucuz bir yöntemdir. Abdominal bölge başta olmak üzere kas ve tendo incelemelerinde kullanılır (Elliott 2005, Anonim 2009a). US, veteriner hekimlikte özellikle reprodüktif alanda yoğun bir kullanım alanı bulmuş ve bu alanda çeşitli kitaplar yazılmıştır (Dinç 2008).

1.2. Radyasyonun Zararlı Etkileri

Radyasyonun canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalına radyobiyoloji denir (Kaya 1996c). X- ışınları, organizmada hafif ve geçici rahatsızlıklardan sakatlık ve ölüme kadar gidebilen zararlı etkilere neden olabilir (Kumaş 1996). Hayvan deneylerinde yapılan gözlemlerde radyasyonun neden olduğu zararların radyasyonun dozuyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Tanı ya da tedavi amacıyla kullanılan radyasyonun radyo-dermatit, katarakt, kısırlık ve kansere neden olduğu gözlenmiştir (Kaya 1996c). Vücuttaki genç, bölünme ve çoğalması fazla olan hücrelerin radyasyona duyarlılığı daha fazladır. Örneğin çocuklar erişkinlerden, ince bağırsak mukozası, kemik iliği ve üreme organları hücreleri ise kas, sinir ve olgun kemik hücrelerinden daha duyarlıdır. Fazla radyasyona maruz kalan hücrelerin sitoplazmik membranı, hücre içi organelleri ve çekirdeğinde hasarlar meydana gelir. Çekirdekte meydana gelen hasar sonrasında ise DNA ve RNA sentezinde aksaklıklar ortaya çıkar (Kumaş 1996). Radyasyonun DNA'da yaptığı mutasyonlar sonucunda canlının kendinde doğrudan bozukluklara neden olabileceği gibi bir sonraki nesilde

de etkilerini gösterebilir. Radyasyonun enzim veya proteinlerde oluşturduğu hasarlar hücre tarafından onarılabilirken DNA'da yaptığı hasarlar ise onarılamaz. Radyasyonun akut etkileri hematolojik yıkım, deri eritemi, kromozomal bozukluklar, gonadlarda fonksiyon bozukluğu, teratojenite ve ölüm şeklinde gözlenir. Uzun vadede etkilerini ise katarakt, kan yapıcı organlarda hasar ve kanser şeklinde gösterir (Kaya 1996c, Akar 2002).

Radyasyonun zararlarından korunmak için gebelik durumundaki canlıların radyasyon ortamından uzak durması gerekir. Özellikle gebeliğin ilk trimesteri dönemindeki canlıların radyasyona tabi tutulmaması gerekir (Kaya 1996c).

Radyasyondan korunmak için yapılacak en basit yöntem uygulayıcının kurşun önlükler kullanmasıdır. Hasta ise mümkün olan en düşük radyan enerjisi kullanılarak görüntülenmelidir (Adapınar 1996d).

1.3. Rekonstrüksiyon

Doku ve/veya organlardan çeşitli görüntüleme teknikleri ile elde edilen veriler üç boyutlu hale getirilebilmektedir. Bu işleme "rekonstrüksiyon" adı verilir. Rekonstrüksiyon özellikle anatomi, fizyoloji ve klinik tedavide kabul edilen bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde düzensiz olan yüzey görüntüleri anlaşılabilir ve üzerinde çeşitli uygulamalar yapılabilir hale getirilebilmektedir (Elad ve Einav 1990, Mitchell 1995). Beşeri hekimlikte tıp eğitiminin anatomi anabilim dallarında eğitim amaçlı kullanılan üç boyutlu yapılandırmaların veteriner anatomi alanında da faydalı olabileceği bildirilmiştir (Bottcher ve Maierl 1999, Bottcher ve ark 1999). Üç boyutlu yapılandırmaların özellikle bazı cerrahi vakalarda protez yapımında çok önemli olduğu ifade edilmiştir (Roberts ve ark 1991, Rozing ve Oberman 1999,

Robertson ve ark 2000). Kemik gibi sert dokularda doğrudan rekonstrüksiyon yapılabilirken; vasküler ve içi boşluklu organların üç boyutlu hale getirilmesinde ise kontrast madde verildikten sonra bu işlem gerçekleştirilebilmektedir (Anonim 2009a). Rekonstrüksiyon yapılacak doku veya organın kesitlerinin eşit kalınlıkta ve aralıksız olması gerekir. Görüntü kalitesinin arttırılabilmesi için kesit kalınlığının mümkün olan minimum düzeyde yapılması gerekir (Adapınar 1996c). Son yıllarda bu amaca yönelik üretilen bilgisayar programları sayesinde üç boyutlu (3D; three dimensional) yapılandırmalar (Büyükkurt ve ark 2008, Kalaycı 2008, Eken ve ark 2009, Xiao ve ark 2009) çok daha hızlı ve kaliteli hale gelmiştir. Bu amaçla kullanılan programlardan birisi olan Mimics 12.1 (The Materialise Group, Leuven, Belçika) son yıllarda yaygın bir kullanım alanı bulmakla birlikte (Guan ve ark 2006, Gittard ve ark 2009, Lu ve ark 2009) bu programın veteriner hekimliği alanında da başarıyla uygulanabileceği bildirilmiştir (Kimura ve ark 2005).

1.4. Rat

Wistar Albino ratlar, Rodentia takımının Muridae familyasında yer alan beyaz renkli tüylere sahip sıçan türüdür. Geniş kafa yapısı ve vücut uzunluğunu aşmayan kuyruk yapıları ile karakterizedir (Harkness ve Wagner 1995). Rat birçok bilimsel araştırmada deney hayvanı olarak kullanılmasının yanı sıra pet hayvanı olarak da kullanılmaktadır (Poyraz 2000).

Tercih edilmesinin sebebi de çabuk üreyebilmesi, deneysel çalışmalarda kullanımı ve bakımının kolay olmasıdır (Soylu 2010). Bununla birlikte boyutlarının küçüklüğü, yaşam sürelerinin kısalığı ve uysal bir mizaca sahip olmaları da bir başka tercih sebebidir. Deney hayvanı olarak en fazla kullanılan hayvanlar arasında yer

alan ratlar sağlık bilimleriyle ilgili araştırmalarda aşı, ilaç, çeşitli tıbbi malzemelerin geliştirilmesi ve çok sayıda biyolojik testlerde kullanılırlar (Lelovas ve ark 2008, Yarsan ve Durgut 2010).

Ratlara ait bazı fizyolojik değerler şunlardır (Kaya ve Çenesiz 2010);

Erişkin vücut ağırlığı (dişi): 200-300 g

Erişkin vücut ağırlığı (erkek): 300-500 g

Doğum ağırlığı: 5-6 g

Vücut yüzey alanı: 230 cm^2/50 g

250 cm^2/130 g

325 cm^2/200 g

Vücut sıcaklığı: 35.9-37.5 °C

Yaşam süresi: 2.5-3.5 yıl

Gıda tüketimi: 5-6 g/100 g CA/gün

Su tüketimi: 10-12 ml/100 g CA/gün

Seksüel olgunluk (dişi): 65-110 gün (13 hafta)

Seksüel olgunluk (erkek): 65-110 gün (13 hafta)

Siklus uzunluğu: 4-5 gün

Östrus süresi: 14 gün

Gebelik süresi: 21-23 gün

Yavru sayısı: 6-12

Doğurganlık süresi: 350-440 gün

Kalp atım sayısı: 250-500/dak

1.4.1. Ratlarda ossa membri thoracici'nin anatomisi

Barone ve ark (1973) tavşanlarda scapula'daki acromion'un distale ve caudale yönelen uç kısımları proc. hamatus ve proc. suprahamatus olarak ifade ederken, Mc Laughlin ve Chiasson (1990) bu hayvanlarda spina scapula'nın devamı olarak acromion ve metacromion çıkıntılarının bulunduğunu bildirmektedir. Proc. coracoideus, tavşan ve ratlarda kobaylara oranla daha iyi gelişerek mediale doğru yönelmiştir (Özkan ve ark 1997).

Tavşanlarda humerus'un deltoid kenarı fazla belirgin değildir (Saunders ve Manton 1969). Ratlarda tuberositas deltoidea oldukça gelişmiştir (Çalışlar 1978).

Ratlarda ulna'nın inc. trochlearis'i sigmoid şekillidir (Wells 1964). Tavşan, kobay ve ratlarda radius ve ulna birbirine kaynaşmamıştır (Özkan ve ark 1997).

Ratlarda ossa carpi'nin proximal sırasında iki, distal sırasında dört kemik bulunmaktadır. Ossa metacarpalia'da ise beş parmaklı olan bu hayvanlar beş adet metacarpus'a sahiptir. Ossa digitorum manus bölümünde birinci parmakta iki, diğer dört parmakta üç phalanx bulunmaktadır (Özkan 2002).

Tıbbi açıdan bakıldığında hastalık şüphesi içeren veya belli bir anomali bulunan bölgenin tam bir üç boyutlu modelinin oluşturulmasının ve gerçek zamanlı olarak incelenebilmesinin büyük bir önemi vardır. Bu tip üç boyutlu modeller medikal eğitimde de yararlı olarak kullanılabilir (Bottcher ve ark 1999, Xiao ve ark 2010). Yapılan kaynak taramalarında üç boyutlu görüntüleme sistemleri ile beşeri hekimlikte doku ve/veya organların düzensiz olan yüzey görüntüleri anlaşılabilir ve üzerinde çeşitli uygulamalar yapılabilir hale getirilebildiği gözlenmiştir. Beşeri hekimlikte bu sistem özellikle anatomi, fizyoloji ve cerrahide klinik tanı ve tedavide

kullanım alanı bulmaktadır. Yapılan literatür taramalarında ratların mandibula'sı (Gezer İnce ve Pazvant 2010) gibi değişik kemik bölümleri üzerinde morfometrik, ön bacak kemikleri (Özkan ve ark 1997, Özkan 2002) üzerinde makroanatomik; beyin ventriculus'ları (Özdemir ve ark 2005) ve ratlara ait üç boyutlu atlas oluşturmak üzerine çalışmalar (Bai ve ark 2006) yapılmış olsa da ratların ön bacaklarının üç boyutlu yapılandırılması ile ilgili herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Mevcut araştırmanın amacı ratlarda iskelet sistemine ait ossa membri thoracici'yi oluşturan kemiklerin makro-anatomik özelliklerine ek olarak; üç boyutlu görüntüsünü belirlemek ve bu konudaki bilgilere oluşturulacak olan üç boyutlu model ile katkıda bulunmaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Araştırmada Başkent Üniversitesi Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi'nden temin edilen 16 adet erişkin Wistar Albino Rat (3 ay, 170-240 g, 8 adet erkek, 8 adet dişi) kullanıldı. Araştırma Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı.

2.2. Yöntem

Ratlar BT çekimlerinden bir gün önce aç bırakıldı. Kulak numaraları verildikten sonra (Resim 2.1) Xylazine (5 mg/kg, IM, Rompun® enj, Bayer Veteriner İlaç San., İstanbul) + ketamine (40 mg/kg, IM, Ketasol® Enj, İnterhas Veteriner İlaçları, Ankara) uygulaması ile derin sedasyona alınan hayvanların yüzükoyun pozisyonda (Resim 2.2) iken 64 kesitli "Multislice BT " cihazı (Somatom Sensation, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) ile görüntüleri çekildi.

Bilgisayarlı Tomografisi çekilen hayvanlardan elde edilen görüntüler; DICOM formatında stoklandıktan sonra CD ortamına aktarıldı ve üç boyutlu modelleme programı MIMICS® 12.1 (The Materialise Group, Leuven, Belgium) kullanılarak rekonstrüksiyon işlemi yapılarak sonuçları değerlendirildi.

MIMICS (Materialise's Interactive Medical Image Control System- İnteraktif Tibbi Görüntü Kontrol Sistemi) bilgisayar destekli tasarım yazılımında Belçika Leuven Üniversitesi ile birlikte Materialise'ın geliştirdiği bir medikal görüntüleme ve kontrol sistemidir. MIMICS, iki boyutlu BT ve MR verilerini üç boyutlu hale getiren, en ince detayları kolayca görüntüleyebilen, birçok medikal uygulamaya öncülük

eden interaktif bir bilgisayar programıdır. MIMICS'in en önemli özelliği, Hounsfield değerlerini kullanarak segmentasyon yapan bir program oluşudur. MIMICS medikal sektörde, sorunlu bölgenin üç boyutlu modeli oluşturularak teşhis, operasyon planlaması ve protez tasarımında kullanılmaktadır. Yazılım, hekim ve radyologlara BT ve MR görüntülerini tüm detaylarıyla kontrol edebilme ve tüm dokuların segmentasyonunu yapabilme imkanı vermekle birlikte üç boyutlu görüntü elde etmek için fazla bir zamana ihtiyaç duymamaktadır (Anonim 2009b). MIMICS programının değişik modülleri olmakla birlikte bu çalışma "temel modül" kullanılarak gerçekleştirildi.

Bilgisayarlı Tomografisi çekilen ratlar cervical dislocation yöntemiyle ötenazi edildi. Tüm hayvanların ağırlıkları digital terazi ile tartıldı (Resim 2.3) ve ortalama ağırlıkları erkeklerde 224 g, dişilerde ise 177.5 g olarak bulundu.

Ön extremitelerdeki deri ve kasların bir kısmı temizlendikten sonra bu ratlar kemiklerin dağılıp birbirleriyle karışmalarını önlemek için küçük bez parçalarıyla sarılarak (Resim 2.4) % 10'luk amonyak çözeltisinde 1 saat süreyle kaynatıldı. Daha sonra morfometrik ölçümler için cingulum membri thoracici'den sağ ve sol extremite vücuttan uzaklaştırıldı. Ardından kemik üzerinde kalan ligament ve kas artıkları bisturi ile temizlenerek geri kalan kemik parçaları gerekli ölçümler yapılmak üzere küçük poşetlerde saklandı. Kemiklerle ilgili ölçümler digital kumpas ile gerçekleştirildi. Kemikler üzerindeki noktaların ölçümleri yapılırken referans noktaları şu şekilde belirlendi:

Scapula'nın uzunluğu: Margo dorsalis'in en uç noktası ile acromion'un ucu

Scapula'nın genişliği: Margo cranialis ile margo caudalis arasındaki mesafe

Collum scapulae'nın genişliği: Collum scapulae'nın canio-caudal uzaklığı

Humerus'un uzunluğu: Caput humeri'nin tepe noktası ile condylus humeri'nin uç noktası arasındaki mesafe,

Humerus'un latero-medial çapı: Humerus'un uzunluğunun orta noktasında

Humerus'un cranio-caudal çapı: Humerus'un uzunluğunun orta noktasında

Radius'un uzunluğu: Kemiğin proximal ve distal ucu arasındaki mesafe

Radius'un latero-medial çapı: Radius'un uzunluğunun orta noktasında

Radius'un cranio-caudal çapı: Radius'un uzunluğunun orta noktasında

Ulna'nın uzunluğu: Tuber olecrani ile proc. styloideus arasındaki mesafe

Ulna'nın latero-medial çapı: Ulna'nın uzunluğunun orta noktasında

Ulna'nın cranio-caudal çapı: Ulna'nın uzunluğunun orta noktasında

Daha distalde yer alan ve skeleton manus'u oluşturan ossa carpi, ossa metacarpalia ve ossa digitorum manus'un boyutları küçük olduğu ve kaynatma işlemi sonrasında dağıldığı için bu kemikler üzerinde ölçüm işlemi yapılmadı.

Araştırmanın verilerinin istatistiki analizi T testi kullanılarak değerlendirildi (SPSS 15.0 for windows) ve $P<0.05$ ile $P<0.01$ değeri istatistiki açıdan önemli kabul edildi.



Resim 2.1. Erkek ve dişi ratlara kulak numaralarının verilmesi



Resim 2.2. Ratların yüzükoyun pozisyonunda BT'lerinin çekilmesi



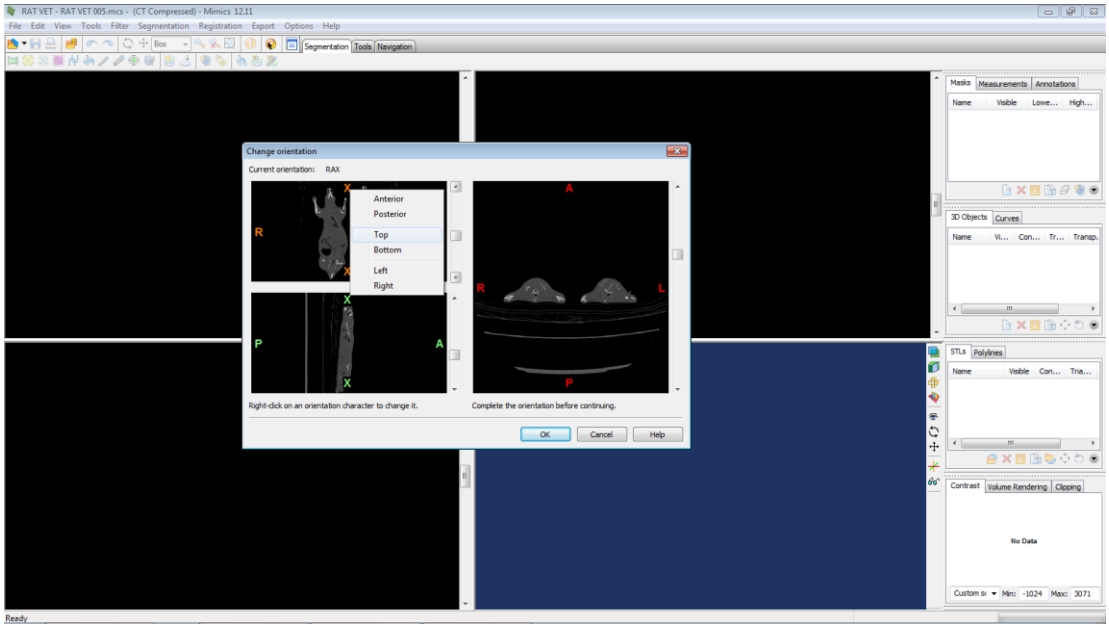
Resim 2.3. Ratların digital terazi ile ağırlıklarının tartılması



Resim 2.4. Ratların kaynatma öncesinde bez parçalarına sarılarak paketlenmesi

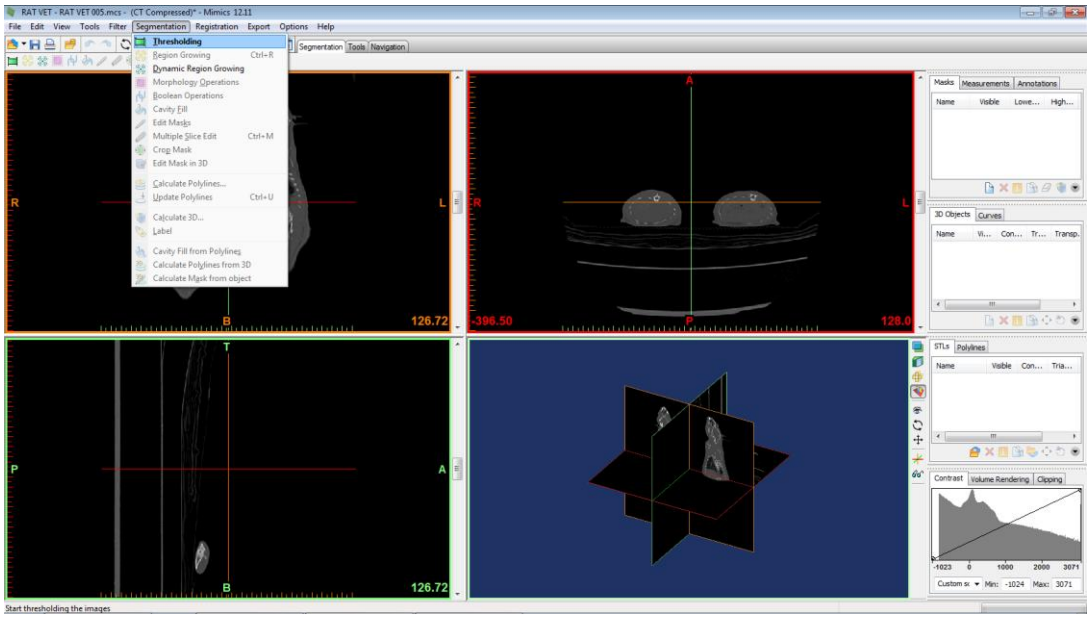
3. BULGULAR

Üç boyutlu rekonstrüksiyonu gerçekleştirilecek olan kemiklerin bilgisayar ortamında üç boyutlu modelleme programına aktarılan BT görüntüleri üzerinde; öncelikle ortaya çıkarılacak olan üç boyutlu model üzerindeki anatomik unsurların lokalizasyonunun tarifini kolaylaştıracak olan hayvanın yön bilgileri (top, bottom, anterior, posterior, left, right) programa girildi (Resim 3.1).

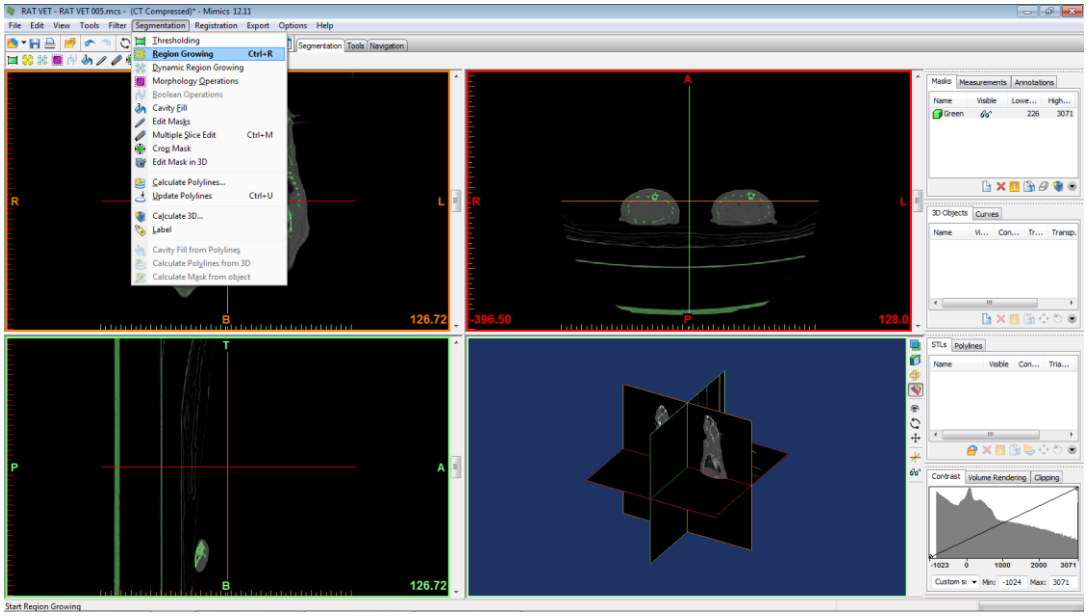


Resim 3.1. Program üzerinde hayvanın yönlerinin kayıt edilmesi

Yazılım programında istenilen bölgeyi ön plana çıkarmak için gerekli olan segmentasyon maskelerini oluşturabilmek için; programın "segmentasyon" menüsündeki "tresholding" komutu kullanıldı. Bu işlemin ardından istenilen doku yoğunluğu kemik dokunun değerleri olduğu için "bone CT" komutu seçilerek üç boyutlu hale getirilmesi düşünülen doku yoğunluk farkına dayanılarak belirlendi (Resim 3.2, 3.3).

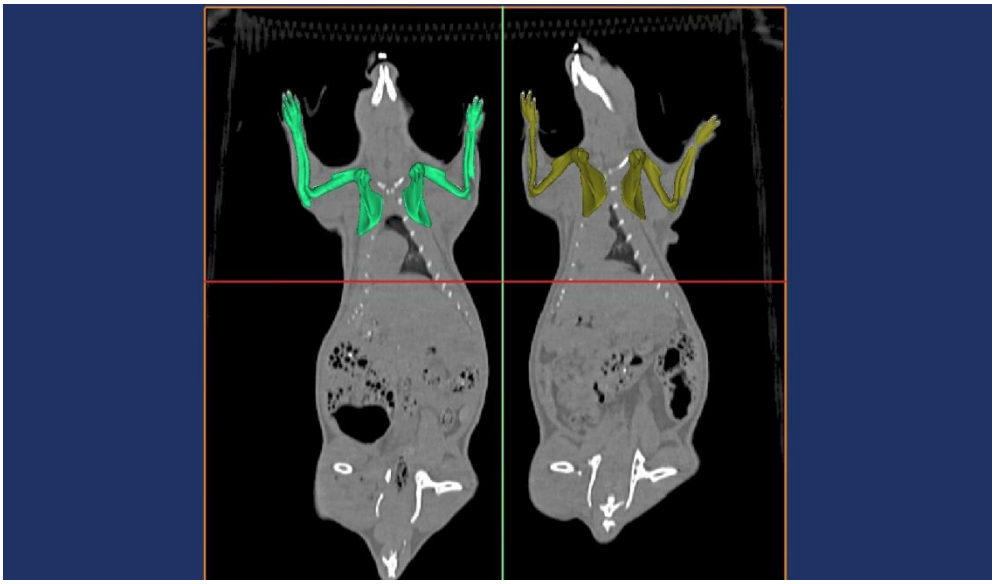


Resim 3.2. Segmentasyon menüsünden tresholding komutunun verilmesi



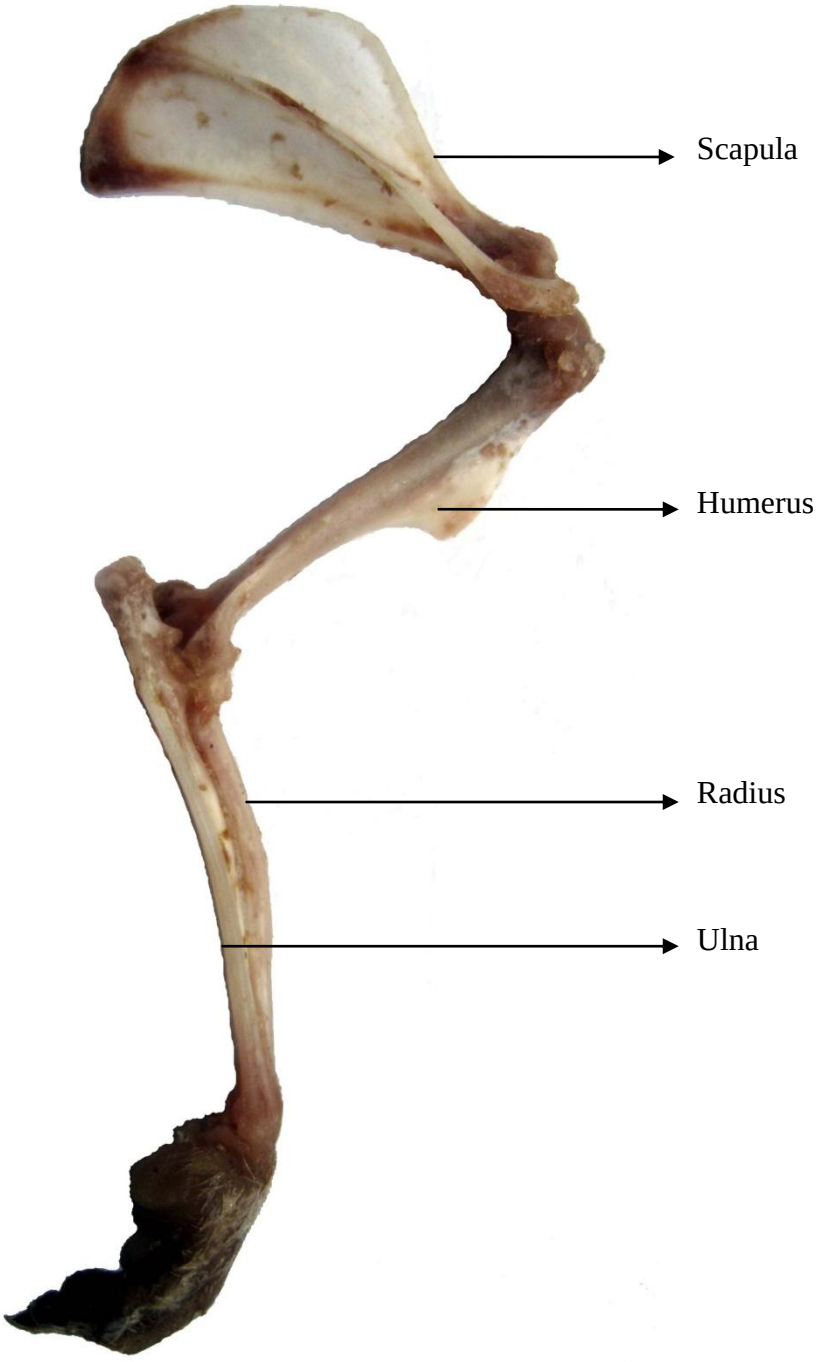
Resim 3.3. İncelenecek kemik bölümünün renkli maskelerinin oluşturulması

Son olarak seçilen kemik doku “region growing” komutuyla renkli maskeler oluşturulduktan sonra “calculate 3 D” komutuyla üç boyutlu hale getirildi (Resim 3.4).



Resim 3.4. Ratda ossa membri thoracici'nin üç boyutlu görüntüsü

Ratların elde edilen üç boyutlu rekonstrükte görüntüleri ile ossa membri thoracici'yi oluşturan kemiklerin gerçek görüntüleri (Resim 3.5 ve resim 3.6) arasındaki benzerlik durumu incelendi. Bu incelemeler sonucunda oluşturulan üç boyutlu model ile gerçek kemik görüntüleri arasında gerek boyut ve gerekse şekil açısından herhangi bir farklılık gözlenmemekle birlikte üç boyutlu model üzerinde hem kemiklerin normal duruş pozisyonu hem de skeleton manus'u oluşturan küçük boyutlu kemiklerin bir arada ve daha net bir şekilde gözlenmesi sağlandı.



Resim 3.5. Rat'ta sağ ön extremite kemiklerinin lateral'den görünümü



Scapula (Sağ, lateral görünüş) Scapula (Sağ, medial görünüş)



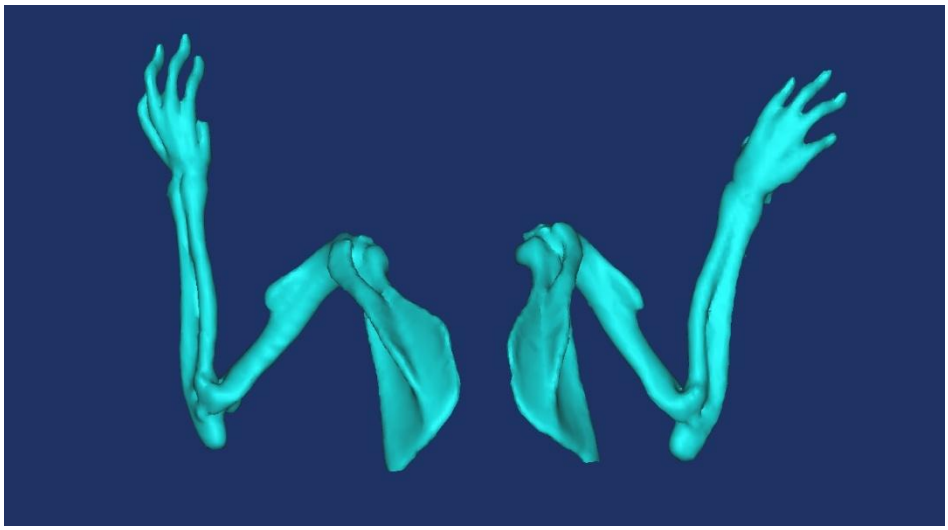
Humerus (Sol, caudal görünüş) Humerus (Sol, cranial görünüş)



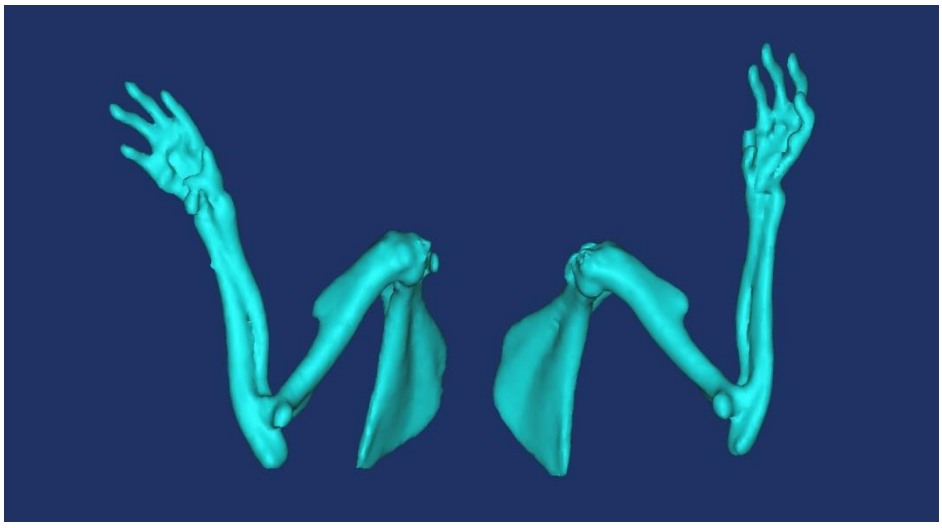
Radius (Sol, medial görünüş) Ulna (Sol, medial görünüş)

Resim 3.6. Rat'ın ön extremite kemikleri

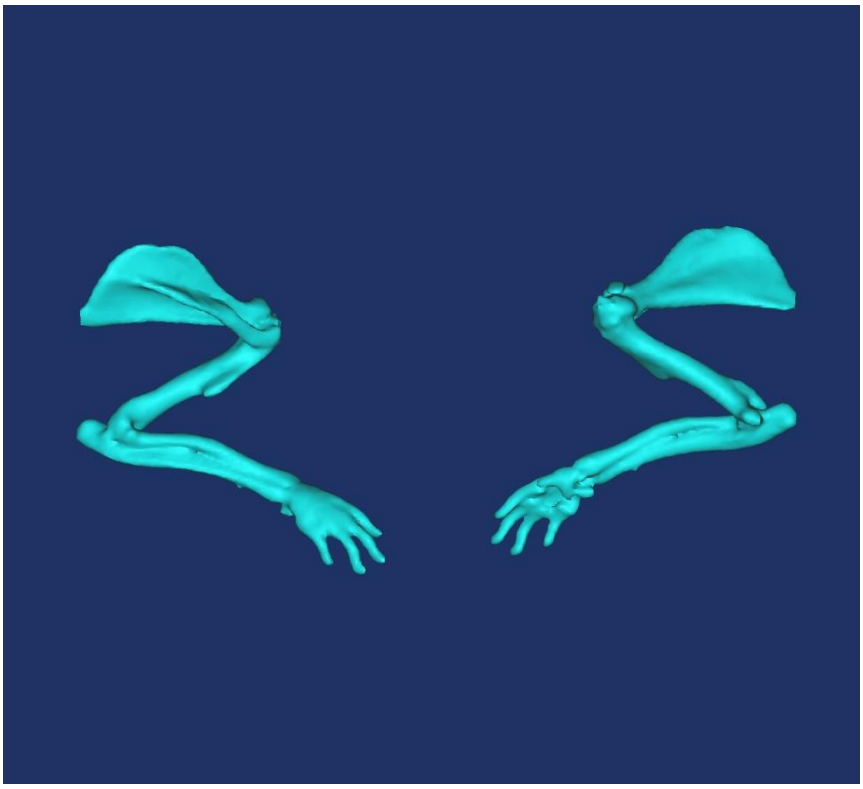
Aşağıdaki resimlerde ratların ossa membri thoracici'sini oluşturan kemiklerden elde edilmiş üç boyutlu görüntüler bulunmaktadır.



Resim 3.7. Ossa membri thoracici'nin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (dorsal görünüm)

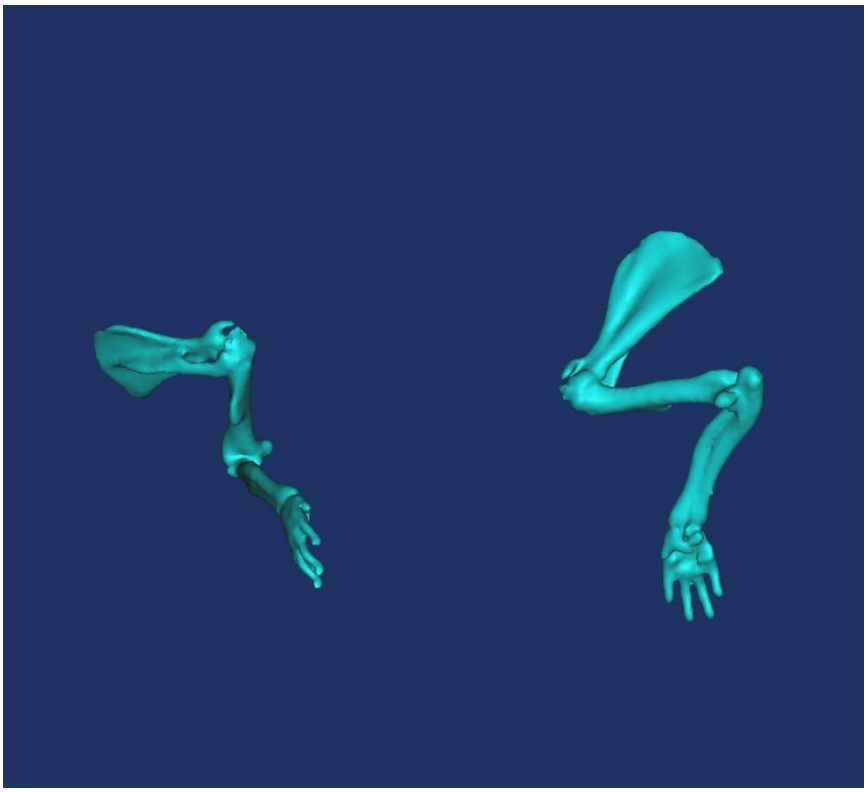


Resim 3.8. Ossa membri thoracici'nin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (ventral görünüm)



(lateral görünüm) (medial görünüm)

Resim 3.9. Ossa membri thoracici'nin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü



(craniolateral görünüm) (caudomedial görünüm)

Resim 3.10. Ossa membri thoracici'nin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü

Scapula'nın facies costalis'inde; çok belirgin olmayan facies serrata'lar ile daha belirgin olarak şekillenmiş olan fossa subscapularis'in varlığı tespit edildi. Facies costalis'de ayrıca margo dorsalis'in orta noktası düzeyinden başlayarak angulus ventralis'e kadar ventral yönlü olarak uzanan ve yiv tarzında olan bir oluğun varlığı belirlendi. Şekillenmiş olan bu oluğun spina scapula'nın izdüşümü boyunca seyrettiği gözlendi.

Facies lateralis'de; margo dorsalis'den başlayarak bu yüzün orta ½'sine kadar yükselen, daha sonraki seyrini sabit bir yüksekliği koruyarak devam ettiren spina scapulae görüldü. Spina scapulae'nın seyri boyunca tuber spinae scapulae'nın varlığına rastlanılmadı. Spinae scapulae'nın facies lateralis'i eşit şekilde ikiye ayıran bir yapı olarak şekillendiği ve 2 hayvanda (1 dişinin sağ, 1 dişinin sol scapula'sında) acromion şekillendirmeden facies lateralis'in distal 1/3'üne kadar uzandığı tespit edildi. Diğer tüm materyallerde acromion'un cavitas glenoidalis sınırını aşarak proc. coracoideus'un distal ucu düzeyine kadar uzandığı tespit edildi. Acromion'un uç kısmında proc. hamatus ve proc. suprahamatus'un varlığı tespit edildi.

Scapula'nın margo dorsalis'inin margo cranialis'e doğru yaklaştıkça azalan bir eğim göstermekte olduğu için angulus cranialis'in şekillenmediği, bu yüzden de margo cranialis'in margo caudalis'e oranla daha kısa olarak şekillendiği gözlendi. Margo cranialis'in angulus ventralis'e yakın bölümünde inc. scapulae'nın geniş bir çentik olarak şekillendiği belirlendi.

Cavitas glenoidalis üzerinde belirgin bir inc. glenoidalis'in varlığına rastlanılmadı. Aynı şekilde tuberculum infraglenoidale'nin de şekillenmediği görüldü. Bununla birlikte gayet belirgin bir tuberculum supraglenoidale ve medial

yönde kıvrılan çengel görünümlü bir yapıya sahip proc. coracoideus tespit edildi. Proc. coracoideus'un cavitas glenoidalis seviyesini daha da aşarak proc. hamatus düzeyine kadar ulaştığı gözlendi.

Humerus'un extremitas proximalis bölümünde oldukça belirgin caput humeri, collum humeri, tuberculum majus, tuberculum minus ve sulcus intertubercularis yapıları görüldü. Corpus humeri'de tuberculum minus'un hemen altından başlayarak facies cranialis üzerinde distal'e doğru inildikçe yükselen güçlü yapıda bir tuberositas deltoidea ve facies lateralis boyunca seyreden belirgin bir crista supracondylaris lateralis ile birlikte sulcus m. brachialis tespit edildi. Extremitas distalis bölümünde ise condylus humeri'nin hemen üzerinde fossa radialis ve fossa olecrani'nin şekillenmiş olduğu, for. supratrochleare'nin bulunmadığı belirlendi.

Antebrachium'u oluşturan radius ve ulna'nın birbiriyle kemiksel birleşme göstermeden spatium antebrachii'yi oluşturan, şekil olarak birbirine uyumlu ayrı kemikler halinde olduğu görüldü.

Radius'un caput bölümünün corpus bölümüne oranla daha geniş olarak şekillendiği, corpus radii'nin cranial'e doğru bir dışbükeylik gösterdiği ve radius'un proximal bölümünde ulna'nın inc. ulnaris'i ile eklemleşmeye mahsus gayet belirgin bir circumferentia articularis'e sahip olduğu tespit edildi.

Ulna'nın radius'a oranla daha net ayrıntılar gösteren tuber olecrani, proc. anconeus, inc. trochlearis, inc. radialis, proc. styloideus'a sahip olduğu gözlendi. Tuber olecrani'nin üç çıkıntılı olduğu, corpus ulnae'nın cranial'e doğru bir

dışbükeylik gösterdiği, facies medialis üzerinde inc. trochlearis düzeyinden başlayarak distal'e kadar uzanan bir oluğa sahip olduğu belirlendi.

Çizelge 3.1. Scapula ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, erkek, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Genişlik		Collum scapulae'nın genişliği	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	25,65	25,72	10,30	10,40	3,03	3,08
2	25,29	24,99	9,24	10,32	3,05	3,24
3	26,20	26,04	10,43	10,35	3,04	3,04
4	24,76	24,69	9,71	9,79	2,99	2,98
5	26,04	25,86	10,14	10,48	2,97	3,01
6	26,20	26,27	10,76	10,74	3,16	3,10
7	25,30	24,89	9,96	10,54	2,91	2,86
8	23,47	24,36	9,36	9,45	2,91	2,95

Çizelge 3.2. Scapula ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, dişi, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Genişlik		Collum scapulae'nın genişliği	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	23,99	24,02	8,80	8,97	2,87	2,91
2	24,33	23,53	9,33	9,31	2,94	2,86
3	23,76	23,82	9,53	9,41	2,83	2,76
4	23,87	23,62	9,75	9,59	2,69	2,81
5	23,57	22,65	9,65	9,58	2,78	2,96
6	23,82	23,94	9,01	9,04	2,76	2,82
7	23,34	24,00	9,52	9,17	2,75	2,53
8	23,36	23,19	8,81	8,91	2,72	2,79

Çizelge 3.3. Humerus ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, erkek, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Latero-medial çap		Cranio-caudal çap	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	25,82	25,97	2,00	2,07	2,62	2,22
2	24,74	25,45	2,05	2,11	2,27	2,41
3	26,03	26,00	2,32	2,25	2,55	2,47
4	25,91	26,55	1,94	1,92	2,22	2,32
5	26,04	26,13	1,96	1,99	2,31	2,36
6	26,60	26,15	1,99	2,04	2,38	2,39
7	25,50	25,59	1,90	1,90	2,33	2,34
8	25,21	25,01	1,99	1,93	2,27	2,35

Çizelge 3.4. Humerus ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, dişi, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Latero-medial çap		Cranio-caudal çap	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	22,79	24,09	1,95	2,00	2,19	2,10
2	23,44	24,75	1,99	1,99	2,22	2,27
3	23,61	23,17	1,94	1,78	2,25	2,10
4	24,44	23,18	1,95	1,94	2,24	2,32
5	22,52	23,56	2,05	2,06	2,02	2,07
6	24,23	24,29	1,89	2,01	2,16	2,33
7	22,72	22,74	1,93	1,73	2,13	2,18
8	23,81	24,03	1,90	1,88	2,17	2,04

Çizelge 3.5. Radius ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, erkek, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Latero-medial çap		Cranio-caudal çap	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	22,22	22,07	1,52	1,77	1,21	1,23
2	22,53	23,64	1,30	1,44	1,26	1,34
3	23,80	24,05	1,65	1,60	1,42	1,49
4	22,52	22,61	1,39	1,37	1,27	1,33
5	24,07	22,82	1,36	1,35	1,37	1,31
6	23,72	22,87	1,26	1,59	1,28	1,10
7	23,78	23,23	1,34	1,30	1,27	1,21
8	22,16	23,13	1,32	1,41	1,22	1,30

Çizelge 3.6. Radius ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, dişi, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Latero-medial çap		Cranio-caudal çap	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	21,66	21,88	1,38	1,34	1,30	1,38
2	21,77	21,79	1,37	1,38	1,19	1,21
3	22,19	22,06	1,34	1,32	1,18	1,17
4	22,43	22,40	1,34	1,32	1,19	1,28
5	21,43	22,77	1,39	1,39	1,20	1,16
6	22,88	21,92	1,39	1,35	1,14	1,21
7	21,93	21,77	1,37	1,38	1,19	1,10
8	21,14	21,37	1,39	1,40	1,14	1,23

Çizelge 3.7. Ulna ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, erkek, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Latero-medial çap		Cranio-caudal çap	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	28,17	28,14	1,01	1,04	2,18	2,20
2	28,00	28,30	1,03	1,09	2,21	2,33
3	29,04	29,84	1,22	1,11	2,40	2,20
4	28,34	28,17	1,02	1,01	2,17	2,24
5	28,14	28,33	1,04	1,06	2,28	2,34
6	29,80	28,17	1,07	1,12	2,19	2,24
7	28,59	28,74	1,01	1,04	2,14	2,18
8	27,42	27,46	0,96	0,96	2,14	2,09

Çizelge 3.8. Ulna ile ilgili bazı morfometrik ölçüm değerleri, dişi, (mm).

Hayvan numarası	Uzunluk		Latero-medial çap		Cranio-caudal çap	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	27,22	27,17	0,79	0,86	2,20	2,12
2	27,32	27,42	0,89	0,89	2,15	2,14
3	27,16	27,12	0,84	0,85	2,02	2,04
4	27,75	27,38	0,93	0,94	2,08	2,02
5	26,61	27,01	0,96	0,97	2,03	2,13
6	28,68	29,28	1,01	0,92	1,96	1,92
7	27,55	27,38	0,81	0,83	2,01	2,04
8	26,73	26,83	0,85	0,86	2,06	2,04

Çizelge 3.9. Scapula'nın bazı morfometrik ölçüm değerleri (mm, n:16, mean±SE).

	Uzunluk	Genişlik	Collum sacapulae'nın genişliği
Erkek	25,35±0,79[a]	9,24±0,48[B]	3,02±0,096
Dişi	23,67±0,40[b]	9,27±0,32[A]	2,80±0,10

a,b; gruplar arası farklılık $p<0.01$, A,B; gruplar arası farklılık $p<0.05$

Çizelge 3.10. Humerus'un bazı morfometrik ölçüm değerleri (mm, n:16, mean±SE).

	Uzunluk	Latero-medial çap	Cranio-caudal çap
Erkek	25,79±0,13	2,02±0,03	2,36±0,03
Dişi	23,59±0,17	1,94±0,02	2,17±0,02

Erkek ve dişi hayvanlarda humerus'un ölçülen morfometrik değerlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmedi.

Çizelge 3.11. Radius'un bazı morfometrik ölçüm değerleri (mm, n:16, mean±SE).

	Uzunluk	Latero-medial çap	Cranio-caudal çap
Erkek	23,07±0,17	1,44±0,04[a]	1,29±0,02
Dişi	21,96±0,12	1,37±0,06[b]	1,20±0,02

a,b; gruplar arası farklılık $p<0.01$

Çizelge 3.12. Ulna'nın bazı morfometrik ölçüm değerleri (mm, n:16, mean±SE).

	Uzunluk	Latero-medial çap	Cranio-caudal çap
Erkek	28,42±0,17	1,05±0,02	2,22±0,02
Dişi	27,41±0,17	0,80±0,02	2,06±0,02

Erkek ve dişi hayvanlarda ulna'nın ölçülen morfometrik değerlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmedi.

4. TARTIŞMA

Özkan (2002) mole-ratlar üzerinde yaptığı araştırmada scapula'nın facies lateralis'inde margo caudalis'e parelel olarak uzanan bir crista olduğunu bildirmesine rağmen yapılan çalışmada bu tür bir oluşuma rastlanmadı. Aynı araştırmacı margo caudalis boyunca uzanan ve mevcut çalışmamızın bulgularına uyumlu bir crista'nın varlığından bahsetmektedir. Fakat iyi gelişmiş bir inc. glenoidalis ve tuberculum infraglenoidale'nin çalışmamızdaki ratlarda bulunmaması Özkan (2002)'ın bulgularını desteklememektedir. Bununla birlikte çalışmamızda belirgin bir şekilde gelişmiş ve medial'e yönelen proc. coracoideus'un varlığı literatür verileriyle uyum göstermektedir (Özkan ve ark 1997, Yılmaz ve ark 1998, Özkan 2002, Karan ve Atalar 2003).

Yapılan çalışmada tuberculum majus'un yüksekliğinin caput humeri seviyesinden daha aşağıda olmasına rağmen; Özkan (2002) mole-ratlarda tuberculum majus'un caput humeri seviyesini hafifçe aştığını bildirmektedir. For. supracondylare'nin sincapta (Karan ve Atalar 2003); for. supratrochleare'nin ratlarda (Özkan ve ark 1997) ve oklu kirpilerde (Yılmaz ve ark 1998) bulunduğu bildirilmesine rağmen çalışmamızdaki materyallerde mole-ratlarda (Özkan 2002) ve kirpilerde (Özkan 2004) olduğu gibi söz konusu her iki oluşuma da rastlanmamıştır.

Mole-ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada (Özkan 2002) sağ ön bacakta yer alan radius ve ulna'nın birbiriyle kaynaştığı bildirilmesine rağmen araştırmamızda incelenen ratların tamamında gerek sol gerekse sağ radius ve ulna'larında herhangi bir kaynaşma tespit edilmemiştir. Özkan ve ark (1997) ratlarda inc. trochlearis'in sigmoid şeklinde bir yapıya sahip olduğu bilgisi araştırma bulgularımıza uyum

göstermektedir. Karan ve Atalar (2003) sincap'ta tuber olecrani'nin iki çıkıntıya sahip olduğunu bildirmesine rağmen üzerinde çalışılan ratlarda tuber olecrani'nin oklu kirpi'de (Yılmaz ve ark 1998) olduğu gibi üç çıkıntılı olduğu belirlenmiştir. Özkan (2002) mole-ratlarda olecranon'un medial yüzünden başlayarak corpus ulnae'nın ortasına kadar uzanan bir oluğun varlığını bildirmiştir. Yapılan çalışmada ise bu oluğun inc. trochlearis düzeyinden başlayarak ulna'nın distal'ine kadar uzandığı gözlenmiştir.

Beşeri hekimlikte kullanılan röntgen ve US gibi klasik görüntüleme yöntemleri veteriner hekimlikte de sıklıkla kullanılmaktadır. Ratlarda radyolojik teknikler; ortopedik hastalıklar, gebelik, karın boşluğundaki tümörlerin tanısında kullanılmaktadır (Yarsan ve Durgut 2010). US en fazla tercih edilen görüntüleme yöntemi olmasına rağmen günümüzde artık BT de kullanıma girmiştir (Girling 2002). Özellikle BT'den elde edilen görüntüler bazı ticari bilgisayar programları kullanılarak iki boyutlu halden üç boyutlu hale getirilebilmektedir (Bruyns ve ark 2001, Gittard ve ark 2009, Lu ve ark, 2009). Söz konusu bu 3 boyutlu görüntüler özellikle anatomi, fizyoloji ve klinik tedavide kullanım alanı bulmaktadır (Elad ve Einav 1990, Mitchell 1995, Eken ve ark 2009, Dayan ve Beşoluk 2011).

Mevcut araştırmamızda üç boyutlu yeniden yapılandırma programı olarak kullanılan MIMICS 12.1 programı, beşeri hekimlikte lumbosacral spine (Guan ve ark 2006), vertebra lumbalis (Lu ve ark 2009), os scaphoideum ve os lunatum kemikleri (Gittard ve ark 2009) rekonstrüksiyonunda kullanılmıştır. Beşeri hekimlik alanında kullanılan bu programlar özellikle protez yapımında model oluşturulması amacıyla (Gittard ve ark 2009) kullanılmasına rağmen yapılan kaynak taramalarında veteriner hekimlik alanında teşhise yönelik kullanımıyla ilgili kaynağa ulaşılamamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut araştırmanın sonuçları değerlendirildiğinde;

- Beşeri hekimlik alanında kullanılan yüksek teknolojili görüntüleme tekniklerinin veteriner hekimlik sahasında da kullanılabileceği,
- Üç boyutlu yapılandırılması gerçekleştirilen iskelet sistemine ait kemiklerin özellikle anatomi, cerrahi ve klinik tanıda oldukça faydalı olabileceği,
- Pet kliniğinde üç boyutlu yapılandırmaların elde edilmesi gerektiğinde hastanın hazırlanması ve sonuçların değerlendirilmesinde kişisel tecrübenin çok önemli olduğu,
- Özellikle uygulamalı eğitimin gerekli olduğu sağlık bilimleri alanında üç boyutlu dijital modellerin anatomi ve cerrahi gibi derslerde görsel eğitim materyali olarak kullanılabileceği,
- Üç boyutlu dijital modellerin insanlarda ve hayvanlarda görülen bazı hastalıkların laboratuar hayvanlarında yapılan çalışmaları sırasında meydana gelen değişiklikleri tanımlamada oldukça faydalı olabileceği,
- Anatomi eğitiminde organ veya sistemlerin üç boyutlu dijital modellerinin eğitim ve araştırma amaçlı kullanılmasının, formaldehit gibi zararlı kimyasallardan optimum düzeyde uzak kalınmasını sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.
- Geliştirilen metodun en büyük avantajları arasında modelleme süresinin oldukça kısaltılmış olması ve ortaya çıkarılan üç boyutlu modelin gerçeğini birebir yansıtması sonucu alınan ölçümlerde hata oranının en aza indirilmiş olmasıdır.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ratlarda Ossa Membri Thoracici'nin Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Üç Boyutlu Modellenmesi

Songül KAHRAMAN

Anatomi (Vet.) Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2012

Bu çalışma, ratlarda ön extremite iskeletini oluşturan kemiklerin bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülerinin üç boyutlu modellerini oluşturmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her iki cinsiyetten (8 erkek, 8 dişi) toplam 16 adet ergin rat kullanıldı. Genel anesteziye alınan hayvanların prone pozisyonda iken BT görüntüleri çekildi. Tomografisi çekilen hayvanlardan elde edilen görüntüler; DICOM formatında stoklandıktan sonra CD ortamına aktarıldı ve üç boyutlu modelleme programı olan MIMICS® kullanılarak rekonstrüksiyon işlemi yapıldı. Araştırma sonunda hayvanlar ötenazi edilerek bu hayvanların ilgili kemikleri üzerinde gerekli uzunluk ölçümleri gerçekleştirildi. Ratlarda scapula'nın uzunluk ve genişlik; radius'un latero-medial çap ölçümlerinde cinsiyet açısından istatistiksel farklılık olduğu belirlendi.

Sonuç olarak teknoloji kullanılarak farklı bir metotla elde edilen üç boyutlu kemik görüntülerinin iskelet sistemi üzerinde gerçekleştirilecek çalışmalara zemin teşkil etmesinin yanı sıra anatomi alanına da yeni bir açılım sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayarlı tomografi; ön bacak kemikleri; rat; üç boyutlu rekonstrüksiyon

7. SUMMARY

Three dimensional modelling of computerized tomography images of the forelimb skeleton in rats

In this study, the bones that make up the forelimb skeleton of computed tomography (CT) images was carried out to create three-dimensional models in rats. For this purpose, both sexes (8 male, 8 female), a total of 16 adult rats were used. CT images were taken while the animals received general anesthesia in the prone position. Images obtained from computed tomography were stocked at DICOM formats and transferred to CD. Three dimensional reconstructions were made by MIMICS computer software. At the end of study, whole animals were euthanized, then lengths and diameters of bones were measured. Length and width of the scapula; latero-medial diameter of the radius was determined to be statistically different between genders in rats.

As a consequence, three-dimensional bone images obtained from actual technology used in this study may be a key to future investigations and to the new approach in the anatomy science.

Key Words: Computed tomography; forelimb skeleton; rat; three dimensional reconstruction

8. KAYNAKLAR

1. Adapınar B. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG). In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996a. p. 355-93.

2. Adapınar B. Manyetik Rezonans İnceleme Yöntemleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996b. p. 397-414.

3. Adapınar B. BT Fiziği. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996c. p. 315-32.

4. Adapınar B. BT İnceleme Yöntemleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996d. p. 333-53.

5. Adapınar B. Ultaronografi Fiziği. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996e. p. 415-27.

6. Adapınar B. Ultaronografi İnceleme Yöntemleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996f. p. 429-43.

7. Akar F. Radyoetkin maddeler. In: Kaya S, Pirinççi İ, Bilgili A, editörler. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. 2. Baskı, Ankara. Medisan Yayın Serisi. 2002. p. 246-50.

8. Alkan Z. Bilgisayarlı Tomografi. Veteriner Radyoloji. Ankara. Mina Ajans Baskı. 1999. p. 94-105.

9. Anonim 2009a. http://radyoloji.blogcu.com/temel-radyoloji-fizigi_722957.html. Erişim tarihi: 16-09-2009.

10. Anonim 2009b. http://www.4cmedikal.com.tr/mimics.asp. Erişim tarihi: 12-11-2009.

11. Asling CW, Frank HR. Roentgen Cephalometric Studies on Skull Development in Rats. AJPA. 2005; 21; 527-43.

12. Bai X, Yu L, Liu Q, Zhang J, Li A, Han D, Luo Q, Gong H. A high-resolution anatomical rat atlas. J Anat. 2006; 208: 707-8.

13. Barone R, Pavaux C, Blin PC, Cuo P. Atlas d'anatomie du Lapin. Paris. Masson et Cie, 1973.

14. Bottcher P, Maierl J. Macroscopic cryosectioning: A simple new method for producing digital, three-dimensional databases in veterinary anatomy. Anat Histol Embryol. 1999; 28: 97-102.

15. Bottcher P, Maierl J, Schiemann T, Glaser C, Weller R, Hoehne KH, Reiser M, Liebich HG. The visible animal Project: A three-dimensional, digital database for high quality three-dimensional reconstructions. Vet Radiol Ultrasoun. 1999; 40: 611-16.

16. Bruyns C, Montgomery K, Wildermuth S. A virtual environment for simulated rat dissection. Stud Health Technol Inform. 2001; 81: 75-81.

17. Büyükkurt MC, Yavuz MS, Tozoğlu S, Dayı E. Sinus tabanı yükseltmesi için gerekli greft hacminin üç boyutlu bilgisayarlı tomografi yöntemi ile değerlendirilmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2008; 18: 85-9.

18. Capello V, Cauduro A. Clinical technique: Application of computed tomography for diagnosis of dental disease in tha rabbit, guinea pig, and chinchilla. J Exot Pet Med. 2008;17: 93-101.

19. Coatney RW. Ultrasound imaging: Principles and applications in rodent research. ILAR Journal, 2001; 42, 233-47.

20. Çalışlar T. Laboratuar Hayvanları anatomisi. Fırat Üniv Vet Fak Yay No:14, Ankara. Ankara Üniv Basımevi, 1978.

21. Dayan MO, Beşoluk K. Three-dimensional reconstruction from computed tomography images of respiratory system in New Zealand rabbits. Eurasian J Vet Sci, 2011; 27: 145-8

22. Debatin JF, Patak MA. MRI of the small and large bowel. Eur Radiol. 1999; 9: 1523-34.

23. Dinç DA. Ultrason Fiziği ve İneklerde Reprodüktif Ultrasonografi. Konya. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. 2008.

24. Elad D, Einav S. Three-Dimensional measurement of biological surfaces. ISPRS J Photogramm. 1990; 45: 247-66.

25. Eken E, Çorumluoğlu Ö, Paksoy Y, Beşoluk K, Kalaycı İ. A study on evaluation of 3D virtual rabbit kidney models by multidedector computed tomography images. Int J Exp Clin Anat. 2009; 3: 40-4.

26. Elliott A. Medical imaging. Nucl Instrum Meth A. 2005; 546: 1-13.

27. Gezer İnce N, Pazvant G. Ratlarda (Wistar Albino) mandibula'nın morfometrisi. İstanbul Üniv Vet Fak Derg. 2010; 36, 51-6.

28. Girling SJ. Mammalian imaging and anatomy. In: Meredith A, Redrobe S editors. Manual of Exotic Pets. 4th edition. Hampshire, UK. BSAVA. 2002. p: 1-12.

29. Gittard SD, Narayan RJ, Lusk J, Morel P, Stockmans F, Ramsey M, Laverde C, Phillips J, Monterio-Riviere NA, Ovsianikov A, Chichkov BN. Rapid prototyping of scaphoid and lunate bones. Biotechnol J. 2009; 4: 129-34.

30. Gluecker TM, Fletcher JG. CT colonography (virtual colonoscopy) for the detection of colorectal polyps and neoplasms: current status and future developments. Eur J Cancer. 2002; 38: 2070-8.

31. Guan Y, Yoganandan N, Zhang J, Pintar FA, Cusick JF, Wolfla CE, Maiman DJ. Validation of a clinical finite element modek of the human lumbosacral spine. Med Bio Eng Comput. 2006; 44: 633-41.

32. Harkness JE, Wagner JE. The Biology and Medicine of Rabbits and Rodents. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995, p. 13-73.

33. Kalaycı İ. 3D Reconstruction of phalangeal and metacarpal bones of male judo players and sedentary men by MDCT images. J Sport Scı Med. 2008; 7: 544-8.

34. Karan M, Atalar Ö. Sincap iskelet sistemi üzerinde makroanatomik araştırmalar I. Ossa membri thoracici. Fırat Üniv Sağ Bil Derg, 2003; 17: 35-8.

35. Kaya T. Radyoloji Tarihi. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996a. p. 1-6.

36. Kaya T. Radyolojik görüntüleme yöntemleri ve ana prensipleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996b. p. 7-10.

37. Kaya T. Radyasyon Sağlığı ve Radyasyondan Korunma. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş & Nobel Yayınevi. 1996c. p. 117-37.

38. Kaya M, Çenesiz M. Deney hayvanlarının fizyolojisi. In: Aksoy A, Kolbakır F, Hökelek M, editörler, Laboratuar hayvanları. Ondokuz Mayıs Üniv Yay, 2010, p. 42.

39. Kimura J, Hirano Y, Takemoto S, Nambo Y, Ishınazaka T, Himeno R, Mishima T, Tsumagari S, Yokota H. Three-dimensional reconstruction of the equine ovary. Anat Histol Embryol. 2005;34:48-51.

40. Kumaş A. Radyoloji. Ankara. Tamer Matbaacılık. 1996.

41. Lelovas PP, Xanthos TT, Thoma SE, Lyritis GP, Dontas IA. The laboratory rat as an animal model for osteoporosis research. Comparative Medicine. 2008; 58: 424-30.

42. Lewis JS, AchilefuS, Garbow JR, Laforest R, Welch MJ. Small animal imaging: current technology and perspectives for oncological imaging. Eur J Cancer. 2002; 38: 2173-88.

43. Lu S, Xu YQ, Zhang YZ, Li YB, Xie L, Shi JH, Guo H, Chen GP, Chen YB. A novel computer-assisted drill guide template for lumbar pedicle screw placement: a cadaveric and clinical study. Int J Med Robotics Comput Assist Surg. 2009; 5: 184-91.

44. Mang T, Graser A, Schima W, Maier A. CT colonography: Techniques, indications, findings. Eur J Radıol. 2007; 61: 388-99.

45. Mc Laughlin CA, Chiasson RB. Laboratory Anatomy of the Rabbit. Third edition. IA, USA. WCB Publishers. 1990.

46. Mitchell HL. Applications of digital photogrammetry to medical investigations. ISPRS J Photogramm. 1995; 50: 27-36.

47. Ning J, Jie D, Tamuna C, Yue Z, Yang G, Zhuoli Z, Guang Y, Reed AO, Andrew CL. Carbogen Gas–Challenge BOLD MR Imaging in a Rat Model of Diethylnitrosamine-induced Liver Fibrosis. Radiology, 2010; 254: 129-37.

48. Ohlerth S, Scharf G. Computed tomography in small animals-Basic principles and state of the art applications. Vet J. 2007; 173: 254-71.

49. Özdemir MB, Akdoğan I, Adıgüzel E, Yonguç N. Three dimensional (3D) reconstruction of the rat ventricles. Neuroanatomy. 2005; 4: 49-51.

50. Özkan ZE, Dinç G, Aydın A. Tavşan, kobay ve ratlarda scapula, clavicula, skeleton brachii, skeleton antebrachii'nin karşılaştırmalı gross anatomisi üzerinde incelemeler. Fırat Üniv Sağ Bil Derg. 1997; 11, 171-5.

51. Özkan ZE. Macro-anatomical investigations on the forelimb skeleton of mole-rat. Vet Arhiv. 2002; 72, 91-9.

52. Özkan ZE. Macro-anatomical investigations on the Hedgehog skeleton. I- Ossa membri thoracici. Turk J Vet Anim Sci. 2004; 28: 271-4.

53. Poyraz Ö. Laboratuvar Hayvanları Bilimi, Ankara. Kardelen Ofset. 2000.

54. Roberts SNJ, Foley APJ, Swallow HM, Wallace WA, Coughlan DP. The geometry of the humeral head and the design of protheses. J Bone Joint Surg. 1991; 73: 647-50.

55. Robertson DD, Yuan J, Bigliani LU, Flatow EL, Yamaguchi K. Three-dimensional analysis of the proximal part of the humerus: relevance to arthroplasty. J Bone Joint Surg. 2000; 82: 1594-602.

56. Rozing PM, Oberman WR. Osteometry of the glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. 1999; 8: 838-42.

57. Saunders JT ve Manton SM. A Manual of Practical Vertebrate Morphology, Fourth ed., London. Clarendon Press, 1969.

58. Soylu SM. Rat Fizyolojisi. Journal of Clinical and Analytical Medicine. 2010, http://www.jcam.com.tr/files/KATD-431.pdf. Erişim tarihi: 19-12-2011.

59. Wells TAG. The Rat, A Practical Guide. New York. Dover Publications, 1964.

60. Xiao D, Bourgeat P, Fripp J, Tamayo OA, Gregoire MC, Salvado O. Non-rigid registration of small animal skeletons from micro-CT using 3D shape context. Progress in biomedical optics and imaging, 2009; 10: 72591-99.

61. Xiao D, Zahra D, Bourgeat P, Berghofer P, Tamayo OA, Wimberley C, Gregoire MC, Salvado O. An improved 3D shape context based non-rigid registration method and its application to small animal skeletons registration. Computerized medical imaging and graphics, 2010; 34: 321-32.

62. Yarsan E, Durgut R. Farmakoloji ve toksikolojide rat modelleri. Journal of Clinical and Analytical Medicine. 2010, http://www.jcam.com.tr/files/KATD-481.pdf. Erişim tarihi: 19-12-2011.

63. Yılmaz S, Özkan Z E, Özdemir D. Oklu kirpi iskelet sistemi üzerinde makro-anatomik araştırmalar. Turk J Vet Anim Sci. 1998; 22: 389-92.

64. Ypsilantis P, Deftereos S, Prassopoulos P, Simopoulos C. Ultrasonographic diagnosis of pregnancy in rats. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science, 2009; 48: 734-9.

10. ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Eğirdir'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Aydın'da tamamladı. Selçuk Üniversitesi Karaman Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümünden 2007 yılında mezun oldu. 2009 yılında Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi alanında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Manisa Devlet Hastanesi'nde hemşire olarak görev yapmaktadır.