T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELİT ERKEK HALTERCİLERDE COLUMNA VERTEBRALİS'İN MULTİDEDEKTÖR BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNİN ÜÇ BOYUTLU REKONSTRÜKSİYONU

Alparslan İNCE

DOKTORA TEZİ

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Emrullah EKEN

KONYA–2010

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELİT ERKEK HALTERCİLERDE COLUMNA VERTEBRALİS'İN MULTİDEDEKTÖR BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNİN ÜÇ BOYUTLU REKONSTRÜKSİYONU

Alparslan İNCE

DOKTORA TEZİ

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Emrullah EKEN

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 09-202019 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA–2010

ÖNSÖZ

Halter sporu yapanlarda columna vertebralis ve columna vertebralis'in eklemleri zaman içinde morfolojik olarak değişiklikler göstermektedir. Bu bilgiler ışığında columna vertebralis'in patolojik özelliklerini tespit etmek, yapılacak müdahale ve tedavi yöntemleri açısından önemlidir. Özellikle radyoloji alanında yapılan geleneksel kesit çekimlerinin yapı olarak üst üste gelmesi yapılacak olan araştırmayı zorlaştırmaktadır. Karmaşık olan anatomik yapının çekimlerinde kullanılan Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) teknolojisinde büyük bir aşama kaydedilmiştir. Son yılların teknolojik bir ürünü olan MDBT, saniyeler içerisinde yüzlerce multiplanar (transversal, longitudinal, horizontal, oblik) iki boyutlu görüntüleri ortaya koymaktadır. Elde edilen bu görüntüler de geliştirilmiş olan bilgisayar programları yardımıyla üç boyutlu (3B) hale getirilebilmektedir. 3B geometrik modelleme tekniği; plastik cerrahi, ortopedik cerrahi, travmatoloji ve neuroşirurjikal uygulamalar ile birlikte medikal eğitimde geniş bir kullanım alanına sahiptir.

MDBT cihazları ülkemizde yaygın olarak tam anlamıyla yerini alamadığı gibi, eğitim veren üniversitelerimizde de sayıları azdır. Sonuç olarak, bu tekniklerin ve üç boyutlu rekonstrüksiyon prosedürlerinin spor hekimliğinde kullanım alanına girmesinin gerekliliği düşüncesinden hareketle, MDBT tekniğiyle halter sporcuları üzerinde gerçekleştirilecek alt yapı çalışmalarının bu tür araştırmalarla destekleneceği düşünülmektedir. Ayrıca üstün teknoloji kullanılarak elde edilen sonuçların hem MDBT'nin kullanım alanını genişleteceği, hem de üst düzey dergilerde yayımlanma imkânını bulabileceği düşünülmüştür.

Doktora çalışmam sürecinde katkılarını esirgemeyen Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sadettin TIPIRDAMAZ'a, Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK'a, Anatomi Anabilim Dalı'ndaki diğer Öğretim Elemanlarına, Yrd. Doç. Dr. Hasan AKKUŞ ve Yrd. Doç. Dr. Hamdi PEPE'ye, üç boyutlu programın kullanımında teknik desteğini gördüğüm Yrd. Doç. Dr. İbrahim KALAYCI'ya, Arş. Gör. Hatice ÇATAL'a ve Okt. Erçin ÖZZADE'ye, bunun yanında ayrıca projeye maddi destek sağlayan S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER Sayfa

iii. İçindekiler iii

iv. Simgeler ve kısaltmalar iv

1. GİRİŞ 1

1.1. Halterin Tarihi Gelişimi 3

1.2. Halter Sporu 5

1.3. Columna Vertebralis 6

1.4. Görüntüleme Yöntemleri 8

1.4.1. Ultrasonografi 10

1.4.2. Manyetik Rezonans 10

1.4.3. Bilgisayarlı Tomografi 11

1.4.4. Bilgisayarlı Multidedektör Tomografi 11

2. GEREÇ ve YÖNTEM 13

3. BULGULAR 18

3.1. Demografik Bulgular 18

3.2. Columna Vertebralis'in 3B Rekonstrüksiyon Bulguları 18

3.3. Canalis Vertebralis'in 3B Rekonstrüksiyon Bulguları 25

4. TARTIŞMA 31

5. SONUÇ ve ÖNERİLER 33

6. ÖZET 34

7. SUMMARY 35

8. KAYNAKLAR 36

9. ÖZGEÇMİŞ 38

SİMGELER VE KISALTMALAR

2B: İki Boyutlu.

3B: Üç Boyutlu.

BT: Bilgisayarlı Tomografi.

EWF: Avrupa Halter Federasyonu.

For: Foromen.

IWF: Uluslar Arası Halter Federasyonu.

MDBT: Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi.

MR: Manyetik Rezonans.

Proc: Processus.

US: Ultrasonografi.

1. GİRİŞ

Sunulan çalışmanın amacı; elit erkek haltercilerden ve sedanter (kontrol) grubundan MDBT ile alınan columna vertebralis kesitlerinden, fotogrametrik yöntemlerle üç boyutlu veri ve modeller elde edilerek, elit haltercilerin ve sedanter grubunun omurga yapısını karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Teknik alandaki gelişmeler ve anatomik bilginin klinik uygulamalara yansıması, columna vertebralis'te görülen hastalıkların teşhis ve tedavisine yeni bir boyut getirmiştir. Bizi bu yöndeki çalışmalara sevk eden etkenlerden birisi günümüzde kapsamı her geçen gün artan ulusal ve uluslar arası etik kuralların uygulandığı yönergelerdir. Bu açıdan gerek eğitim ve öğretimde gerekse akademik çalışmalarda kullanılan bilimsel verileri ön plana çıkarmak ve kadavra popülâsyonunu azaltmak anatomistlerin göz ardı etmemesi gereken bir durum olarak düşünülmektedir.

MDBT; kemiklerin anatomik yapılarının ve deformitelerinin iki boyutlu (2B) multiplanar (horizontal, coronal, sagittal, axial, oblik vs.) görüntülerini ortaya koyan etkili bir diagnostik modalitedir (Hall 1994). MDBT'yi etkili bir şekilde kullanmak için kesitsel anatomik bilgi şarttır. Yeni bir teknolojik cihaz olan MDBT, saniyeler içerisinde yüzlerce multiplanar iki boyutlu (2B) görüntüleri oluşturmaktadır. Elde edilen bu görüntüler de geliştirilmiş olan bilgisayar programları yardımıyla üç boyutlu hale dönüştürülebilmektedir (Hu ve ark 2000). Üç boyutlu (3B) geometrik modelleme tekniği; plastik cerrahi, ortopedik cerrahi, travmatoloji ve neuroşirurjikal uygulamalar ile birlikte medikal eğitimde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Krupa ve ark 2004).

Üç boyutlu görüntüleme teknolojisi, tıbbi, bilimsel, endüstriyel ve ticari amaçlı olarak Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi A.B.D., Mass General Hospital, Brigham Kadın Hastanesi, Harvard University, ABD Cerrahi Araştırma Ordu Enstitüsü, ABD Deniz Kuvvetleri, Volkswagen AG (Almanya), City University Hong Kong, Pittsburgh University, Alberta Araştırma Konseyi (Kanada), Moleküler Patoloji Araştırma Enstitüsü (Avusturya) ve diğerlerinin de dâhil olduğu 3B görüntüleme uygulamaları çok sayıda kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır (Ablesw 2009).

Halter sporu vücut kasları ile birlikte vücudun diğer dinamik unsurlarının uyumlu ve senkronize hareketiyle yapılan ağır bir spordur. Bu sporla uğraşan sporcuların güçlü bir kas yapısının yanı sıra bu spora uygun bir lokomotor (kemik-kas) sisteme sahip olması gerekir. Özellikle elit haltercilerin, kendi ağırlıklarının 2–3 katı ağırlıkları kaldırması vücudun değişik yerlerinde bazı patolojik olguların söz konusu olabileceğini akla getirmektedir. Bu spor dalı kendi içinde silkme ve koparma olarak ikiye ayrılmaktadır. Böyle ağır bir sporla uğraşan kişilerin lokomotor sisteminde ve özellikle omurga bölgesinde bir takım deformasyonların olabileceği de muhtemeldir. Ayrıca columna vertebralis'in görünümünde bazı morfolojik değişikliklerin olması da kaçınılmazdır. Literatürde halterciler üzerinde çok sayıda biyokimyasal, hematolojik, neurolojik çalışmalar yapılmasına rağmen sınırlı sayıda biyomekanik çalışmalar tespit edilmiştir (Marchocka ve Smuk 1984, Hoek Van Dijke ve ark 1999, Harbili ve Arıtan 2005). Bu araştırmalarda koparma kaldırışı sırasında bara uygulanan kuvveti, yapılan işi ve güç değerlerini hesaplayarak elit halterciler arasındaki kinetik farklılıklar ortaya konmuş ve farklı bar ağırlıklarının kaldırıldığı koparma tekniğinin üç boyutlu biyomekanik analizini incelemişlerdir (Hadi ve ark 2008). Bunların yanında omurgayla ilgili "omur esneklik testi" çalışmalarına da

rastlanmaktadır. Omur esneklik testi çalışmalarında columna vertebralis'in değişik bölümlerine ölçüm cihazını yerleştirerek esneklik değerlerine ulaşılmıştır (Pazarözyurt ve İnce 2008). Ayrıca bazı araştırıcılar (Eckstein ve ark 2006)'de haltercilerde ve sedanterlerde yapmış olduğu çalışmalarda; kesitsel bir tasarımla farklı diz hareketlerinin akut etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde kıkırdak doku deformelerinin miktarı egzersizin şiddetine göre değişmekte ve egzersiz şiddetinin artmasıyla da deformelerde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Literatür taraması sonucunda haltercilerin columna vertebralis'lerinden alınan BT görüntülerinin detaylı değerlendirmeleri ve üç boyutlu rekonstrüksiyonu ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla, planlanan çalışma ile elit erkek haltercilerden ve kontrol grubundan MDBT ile alınan columna vertebralis kesitlerinin 3B yapısı rekonstrükte edilerek iki gruba ait columna vertebralis'in cervical, thoracal, lumbal ve sacral bölgeleri karşılaştırılmalı olarak incelenecektir.

1.1. Halterin Tarihi Gelişimi

Halter sporu; iki ucuna ağırlık takılmış, çelik bir barın kaldırılması esasına dayanır. Günümüzde halter popüler bir spor dalıdır. Yarışmalara katılan çok sayıda sporcunun yanında birçok kişi de sağlık ve vücut güzelliği için bu sporla uğraşmaktadır. Kuvvet çalışması amacıyla yapılan halter kaldırma aktivitesi, diğer sporcuların hazırlık antrenmanlarında da önemli bir yer tutmaktadır. Halter sporuna benzer aktivitelerin geçmişi prehistorik tarihlere kadar uzanmaktadır. Eski çağ tarihçileri, bu dönemlerde erkek çocuklar için yapılan 'Erginlik Sınavı' adı verilen sınavı geçen gençlerin belli bir ağırlığa sahip özel bir taşı kaldırdıklarında, evlilik yapmaya hak kazandıklarını belirtmektedirler (Wordpress 2010).

Halterin bir spor dalı olarak kabul edilmesi ve ilgi görmesi 18. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. İlk halterciler (Alman Eugene Sandow, Arthur Saxon ve Fransız Louis Apolon) sirk, panayır ve tiyatro salonlarında gösteri ve eğlence amaçlı olarak halter kaldırmaktaydılar. 19. yüzyılın ikinci yarısında, birçok modern spor dalı ile birlikte halter branşında da canlanma görülmüştür. İlk halter faaliyetinin Rusya'nın Petersburg şehrinde Kraevski tarafından organize edildiği bilinmektedir. İlk halter okulunu 1894'te Wilhelm kurmuş ve Avusturyalı gençlerin düzenli olarak çalışabilmeleri için imkân sağlamıştır. Diğer bir Avusturyalı Alfred Palaviçi, 100 kg'lık ağırlığı silkme ile kaldırmış ve şampiyon ilan edilmiştir. Bu çabalar sayesinde halter sporu belirli bir seyirci kitlesinin ilgisini çekmeyi başarmıştır. İlk Avrupa Şampiyonası 1896'da yapılmış, halter sporu Atina'daki ilk modern Olimpiyat Oyunları'nda yer almıştır. Dünya Halter Şampiyonası da ilk olarak aynı yıl Viyana'da organize edilmiş, 1923'ten sonra ise savaş yılları dışında düzenli olarak yapılmaya başlanmıştır. 1920'de, halter karşılaşmalarının kurallarını belirlemek ve uluslararası yarışmaları denetlemek amacıyla, Olimpiyat Komitesi'nin önerisiyle Uluslararası Halter Federasyonu (IWF) kurulmuştur. Bu tarihe kadar halter sporu Uluslararası Güreş Federasyonu tarafından yönetilmiştir. IWF'nin kuruluşundan sonra halterde birçok değişiklik yapılmıştır. Örneğin ilk yarışmalarda ağırlıklar yalnız bir elle kaldırılırken bu kural değiştirilerek bugünkü halini almıştır. Sıkletlerde de yeni düzenlemeler ve gelişmeler olmuştur. Önceleri 3 sıklette yapılan yarışmalar, 1900–1920 yılları arasında 7 sıklete çıkarılmıştır. 1920–1972 yılları arasında tüm karşılaşmalar pres, koparma ve silkme hareketleri şeklinde yapılmış, IWF'nin 1972 Münih Olimpiyatları öncesinde aldığı bir kararla pres halteri yarışmalardan çıkarılmıştır. Pres halterinin halter sporundan çıkarılmasının başlıca nedenleri; bu halterin hakemler arasında tartışmalara neden olması, yüksek neticelerin haltercilerin

bellerinde bazı sakatlıklara yol açmasıdır. 1991'de Almanya'da yapılan Dünya Şampiyonası'nda, ilk kez erkekler yarışmalarıyla birlikte bayanlar halter şampiyonası da düzenlenmiş ve bu şampiyonada Çinli bayan halterciler büyük başarı göstererek aldıkları skorlar "ilk rekor" olarak kaydedilmiştir. IWF, başlangıçta 14 üyeyle kurulmasına rağmen, günümüzde dünyanın önde gelen federasyonları içinde ilk 6'ya girmiştir. Dünya Şampiyonası, Dünya Kupası ve Olimpiyat halter yarışmalarını düzenleyen IWF'nin merkezi Budapeşte'dedir. Halterdeki bir diğer otorite kuruluş da bölgesel faaliyet gösteren European Weightlifting Federation EWF, (Avrupa Halter Federasyonu) olup IWF' ye bağlıdır (Halter 2009).

Türkiye'de çağdaş anlamda halter sporu, 19. yy. sonlarında, aletli jimnastiğin bir parçası olarak Galatasaray Lisesi'nin Fransız öğretmenleri öncülüğünde başlamıştır. Bu sporu benimseyen ilk Türk ise Faik Üstünidman'dır. Üstinidman, 1904 Olimpiyat Şampiyonu Yunanlı Kukussis'in 112 kg'lık rekoruna karşılık, günlük çalışmalarında 115 kg'lık ağırlıklar kaldırmış, bu spor dalında bir çok sporcuların yetişmesine de öncülük etmiştir. Ali Rana, Tatar Süleyman, Bedri Nesip, Mustafa Hayri, Osman Tahsin ve Hüseyin Bey gibi isimler halterin kulüpler düzeyinde ele alınmasında önemli çalışmaları olan ilk sporcularımız olmuştur. Uluslararası bir organizasyonda ilk defa temsil edilmemiz; 1924 Paris Olimpiyatları'nda gerçekleşmiştir. Paris'te yapılan bu Olimpiyat Oyunları'na katılan iki halterciden Gülleci Cemal tüy sıklette 12. olmuştur. 1928 Amsterdam Olimpiyatları'nda ülkemizi temsil eden takımda yer alan Cemal Erçman, 25 yarışmacı arasında 8. olarak halterde iyi bir başarı elde etmiştir. Halter sporunda, 1930'lu yıllarda başlayan durgunluk 1950'lere kadar sürmüştür. 1955 yılından itibaren Anadolu Kulübü, Suadiye Halter İhtisas Kulübü ve İstanbul Güreş Kulüpleri öncülüğünde başlayan hareketlilik, daha sonra 1956'da Türkiye Halter Federasyonu'nun bağımsız bir federasyon olarak

kurulmasına olanak sağlamış ve ilk federasyon başkanlığına Haşim Ekener getirilmiştir. 1959 Akdeniz Oyunları'nda 75 kg'da Metin Gürman'ın kazandığı gümüş madalya uluslararası alandaki ilk başarımız olmuştur. Bunu izleyen yıllarda yetişen Sadık Pekünlü de 100'ün üzerinde Türkiye rekoru kırmış, Salih Suvar, Mehmet Suvar, Ali Tan ve Bilal Özdoğan gibi sporcular Türk halterinin dünyaya duyurulmasını sağlamışlardır (Halter 2010).

1.2. Halter Sporu

Elit düzeydeki haltercilerin vücut ağırlıklarının 2.5–3 katı ağırlık kaldırdıkları bildirilmektedir (Brown ve Abani 1985). IWF halter sporunu; yıldızlar (17 yaşından küçük), gençler (20 yaşından küçük) ve büyükler (20 yaşından büyük) olmak üzere toplam üç yaş grubuna ayırmıştır. IWF yarışmalarında 8 kategoride gençler ve büyükler, 7 kategoride ise genç ve büyük bayanlar ağırlıklarına göre yarışmaya katılırlar. Modern olimpiyatlarda halterde Koparma ve Silkme olmak üzere iki kategoride yarışılır. Koparma'da sporcular kaldırmak istedikleri ağırlıkların takılı olduğu çubuğu yerden tek hamlede başının üstünde kolları dik ve havada tutacak bir şekilde kaldırmak zorundadırlar. Sporcu ağırlığı kolları dik bir şekilde ayakta kaldırdıktan sonra bir kaç saniye hakemlerin onayını almayı bekler. Onayı alan sporcunun kaldırdığı ağırlık geçerlilik kazanır. Silkme'de ise halter iki ayrı zamanlama yapılarak kaldırılır. Sporcu ilk etapta koparmanın aksine halteri hemen başının üzerine götürmez, önce omuz hizasında tartar. Halteri göğüs hizasında tutmak işin sadece birinci ayağıdır. İşlemin ikinci ayağı ise bir kaç saniye sonra tekrar baş üstünde kollar açık, ayakta duracak şekilde podyumda kalmaktır. Silkme'de sporcu halteri podyumda başının üstüne tutuktan sonra hakemin işaretini bekler. Bir sporcunun bir ağırlığı kaldırması için üç hakkı vardır. Üç hakkında da

ağırlığı kaldıramayan oyuncu yarışmadan elenir. Yarışmacı halteri kaldırdıktan sonra yeni ağırlık kaldırması için üç hakkı vardır. Yarışmacı her başarı ile kaldırdığı halterin ardından yeni kaldıracağı ağırlık için üç hak daha elde eder (İWF 2009).

1.3. Columna Vertebralis

İnsan gövdesinin iskelet sistemi omurga, thorax ve pelvis kemiklerden oluşur. Columna vertebralis vertebra denilen 33 adet kemik segmentinden oluşmaktadır. Bu segmentler 5 bölge biçiminde incelenmektedir. 7 cervical, 12 thoracal, 5 lumbal, 5 sacral ve 4 coccyx olmak üzere 5 ayrı bölümden oluşmaktadır. Vertebraların tümü özdeş bir düzenle bir vertebral cisim (corpus vertebra), vertebra kavisi (arcus vertebra), iki adet transversal çıkıntı (processus transversus), bir spinöz çıkıntı (processus spinosus) ve eklem yüzeylerinden oluşan bir yapılanma gösterir. Ancak omurgadaki yerleşimlerine bağlı olarak birbirlerinden farklılaşırlar. Aşağı seviyedeki vertebralara binen fazla yük, cervical'den sacral bölgeye kadar olan vertebralardaki yapısal değişikliklere katkıda bulunurlar. Yalnız ilk iki cervical vertebra olan atlas ve axis bu modele pek uymaz (Elmacı 1998). Columna vertebralis'in görevi; başın, gövdenin, göğüs ve karın boşluğunda bulunan birçok iç organın ağırlığını taşımak ve bunlara sağlam bir destek oluşturmaktır. Aynı zamanda omurga kavislerinin üst üste sıralanması ve birbirine bağlanması sonucunda omurganın posterior kısmında meydana gelen canalis vertebralis, medulla spinalis için koruyucu oluşturmaktadır (Odar 1984). İntrauterin yaşamda, önce öne doğru konkavite gösteren bir yay şeklinde olan omurga, geç fötal dönemde ve doğumdan sonra, çocuğun başını tutması, emeklemesi, ayakta dik durması ve yürüme gibi gelişim periyotlarında ilave eğrilikler kazanır. Normal olan ve sagittal planda ortaya çıkan bu eğrilikler şöyledir: Boyun bölümünde arkaya doğru konkavite (Cervical lordoz), göğüs bölümünde arkaya doğru konveksite (Thoracal kifoz), bel bölgesinde arkaya doğru konkavite

(Lumbal lordoz), sacral bölgede arkaya doğru konveksite (Sacral kifoz) olarak bilinmektedir.

Omurların genel özellikleri incelendiğinde, bir omur, tipik olarak iki ana yapıdan oluştuğu görülür. Anteriorde spongioz kemik yapısındaki corpus vertebra ve arkada yeralan pedikül, lamina, processus (proc.) transversus, proc. articularis'ler ile proc. spinosus'u taşıyan omur kavsi arcus vertebra'dır (Alıcı 1991, Ege 1992, Odar 1984). Omur, içte trabeküler, dışta ise kompakt bir yapıdan oluşmuştur. Kompakt tabaka, corpusun merkezine doğru ilerleyecek olan damarların geçmesine izin veren for. nutricium'lar ile delinmiştir. Kompakt tabaka, arcus ve processus'larda daha kalındır. Corpus vertebra, kısa bir silindir biçimine benzemektedir. Corpus vertebra'nın temelini oluşturan substantia spongiosa ve compacta'nın yapısı cismin işlevine göre ayarlı olup bölme ve lamellerle kuvvetlenmiştir. Arcus vertebrae, her iki tarafta corpus vertebra'nın ventral ve dorsal yüzlerinin birleştiği yerden başlar (Dere 1996). For. vertebra, corpus vertebra'nın posterior yüzü ve arkada arcus vertebrae ile sınırlanmış, içinde medulla spinalis'i barındıran büyük bir deliktir. Arcus vertebra'nın kök kısmını oluşturan iki taraflı pediculus, arkaya doğru iki taraflı laminayla devam eder ve en arkada proc. spinosus ile sonuçlanır. Lamina ile pediculus'un birleşme yerinde, yukarı kısmında proc. articularis superior ve aşağı kısmında proc. articularis inferior yer alır (Odar 1984). Alt ve üstteki omurların proc. articularis'leri birbirleriyle articulationes zygapophysiales adı verilen eklemleri oluşturlar ve omur hareketlerini kısıtlayarak omurların öne kaymasını engeller. Omurga üç temel biyomekanik fonksiyona sahiptir; baş, gövdenin üst kısmı ve taşınan herhangi bir dış yük ve bunlarla ilişkili eğilme momentlerini pelvise aktarır, gövdeyi stabilize eder. Bu üç vücut bölgesi arasındaki yeterli fizyolojik harekete izin

verir. Omuriliğin bütünlüğünü korur, potansiyel hasar oluşturacak güç ve hareketleri engeller (Grant 1977).

1.4. Görüntüleme Yöntemleri

Günümüzde beşeri ve veteriner hekimlikte; birçok hastalığın tanı, teşhis ve tedavisinde yardımcı olan ve biyomedikal görüntüleme cihazları büyük rol almaktadır. Ayrıca bu cihazlarla son yıllarda yapılan araştırmalar büyük bir önem kazanmıştır. Biyomedikal görüntüleme cihazların üretimi; üretim sonrası ve servisi son derece önemlidir. Medikal cihazlarla hastalıkların teşhis ve hasta tedavisi ya da bu cihazların kullanıldığı bilimsel çalışmalarda cihazlardaki ufak bir kusur hayati derecede olumsuz sonuçlar çıkarabilmektedir. Kusursuz olmak zorunda olan bu cihazlar sayesinde toleransların mümkün olduğunca en düşük değerde tutulması, hastalıkların tanı ve tedavisi ya da yapılan bilimsel çalışmalarda kusursuzluk sağlayacaktır (Tolun ve Minareci 2007).

Biyomedikal olan ve özellikle radyodiyagnostik cihazlar (Radyasyonlu görüntüleme cihazları) otomotiv vb. teknolojiler gibi oturmuş değildir. Bunun da sebebi yüzyıl gibi bir süre geçmesi ve birçok şirketin birbirinden farklı teknolojik uygulamalar ve yöntemler üretmesi ve geliştirmesidir. BT ve Manyetik rezonans (MR)'ın klinik kullanımına girmesi ve ilk kesitsel imajların rekonstrüksiyonları ile birlikte elde edilen üç boyutlu bilgilerin düzenlenip farklı şekillerde işlenmesi ve farklı gösterimlerin mümkün kılınması sonucunda, medikal bilimlerde hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir (Topcu 2005).

MR ve BT gibi temel görüntüleme sistemlerinin, ürettiği iki boyutlu görüntüler üç boyutlu rekonstrüksiyon programları ile kolayca üç boyutlu

görüntülere dönüştürülmektedir. Böylece söz konusu imaj analizlerinden elde edilen iki boyutla sınırlı verilerden üç boyutlu ve adeta sınırsız veriler elde edilebilmektedir. Bu da vücudun derinliğinde yer alan anatomik oluşumlarda meydana gelen patolojik bozuklukların kolayca ortaya çıkarılabilmesini sağlamaktadır (Özkurt 2002).

1.4.1. Ultrasonografi (US)

Ultrasonografi (US), yumuşak doku ve organların incelenmesinde, ses dalgalarından yararlanan bir görüntüleme yöntemidir. US'de ultrases adı verilen, duyulabilir ses frekans spektrumunun çok üzerinde frekanslara sahip ses dalgaları kullanılır. Transduser'de üretilen ses dalgaları kullanılmaktadır. Transduser'de üretilen ses dalgaları vücuda gönderilir ve yolu üzerindeki oluşumlardan çeşitli organlarda yansıma göstererek geri dönmektedir. Daha sonra dönen veriler gri tonlamalardan oluşmuş resme dönüştürülmektedir (Kaya 1996).

1.4.2. Manyetik Rezonans (MR)

MR tetkikinde diğer birçok radyolojik görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak x ışınları (radyasyon) kullanılmaz. Burada cihazı oluşturan dev bir mıknatıs ve radyo dalgaları söz konusudur. MR dokuların intrensek (doğuştan, esas) fiziko-kimyasal özelliklerinden yararlanarak görüntüler oluşturur. MR cihazı radyo dalgalarının giremeyeceği bakırla çevrili bir alan içinde yer alan güçlü bir mıknatıs içerir. Dev bir mıknatıs içine yerleştirilen insan vücudundaki hücreler içinde bulunan su atomlarının çekirdeklerindeki protonlar, radyo dalgaları ile uyarılır ve geri alınan sinyaller bilgisayar aracılığı ile görüntüye dönüştürülür (Topcu 2005).

MR incelemede insan vücudunda dik düzlemde kesitler alınır. İnceleme sırasında hastanın yapması gereken tek şey hareketsiz yatmaktır. Bunun dışında

yapılması gereken bir şey olmadığı gibi insan vücudu için zararlı olabilecek hiçbir etkileşim de söz konusu değildir (Kaya 1996). Bilgisayar Görüntüleme Ünitesi; MR sistemlerinde kullanılan bilgisayarlar RF sargıları tarafından dokulardan alınan sinyallerin ölçümünü güçlendirip, çeşitli filtrasyonlardan geçiren ve dijitalize ederek gri skala değerleri ile görüntüye çeviren cihazın bileşenlerinden birisidir (Topçu 2005).

1.4.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT; x-ışını (röntgen) kullanılarak vücudun incelenen bölgesinin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik teşhis yöntemidir. İnceleme sırasında hasta bilgisayarlı tomografi cihazının masasında hareket etmeksizin yatar. Masa manuel ya da uzaktan kumanda ile cihazın "gantry" adı verilen açıklığına sokulur. Cihaz bir bilgisayara bağlıdır. X-ışını kaynağı incelenecek hasta etrafında 360 derecelik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken "gantry" boyunca dizilmiş dedektörler tarafından x-ışını demetinin vücudu geçen kısmı saptanarak elde edilen veriler bir bilgisayar tarafından işlenir. Sonuçta dokuların birbiri ardısıra kesitsel görüntüleri oluşturulur. Oluşturulan görüntüler bilgisayar ekranından izlenebilir. Görüntüler filme aktarılabileceği gibi gerektiğinde tekrar bilgisayar ekranına getirmek üzere optik diskte depolanabilir. Ayrıca görüntüler bilgisayar tarafından işleme tabi tutularak birbirine dik eksenlerde yeniden yapılandırılmış görüntüler elde edilebilir. Bu görüntülerin de yardımıyla 3 boyutlu görüntüler oluşturulabilir (Turkrad 2010).

1.4.4. Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT)

BT kullanımı ile yeni bir dönemin kapılarının açılması ve bugünkü durumuna ulaşması BT teknolojisinde bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal taramanın

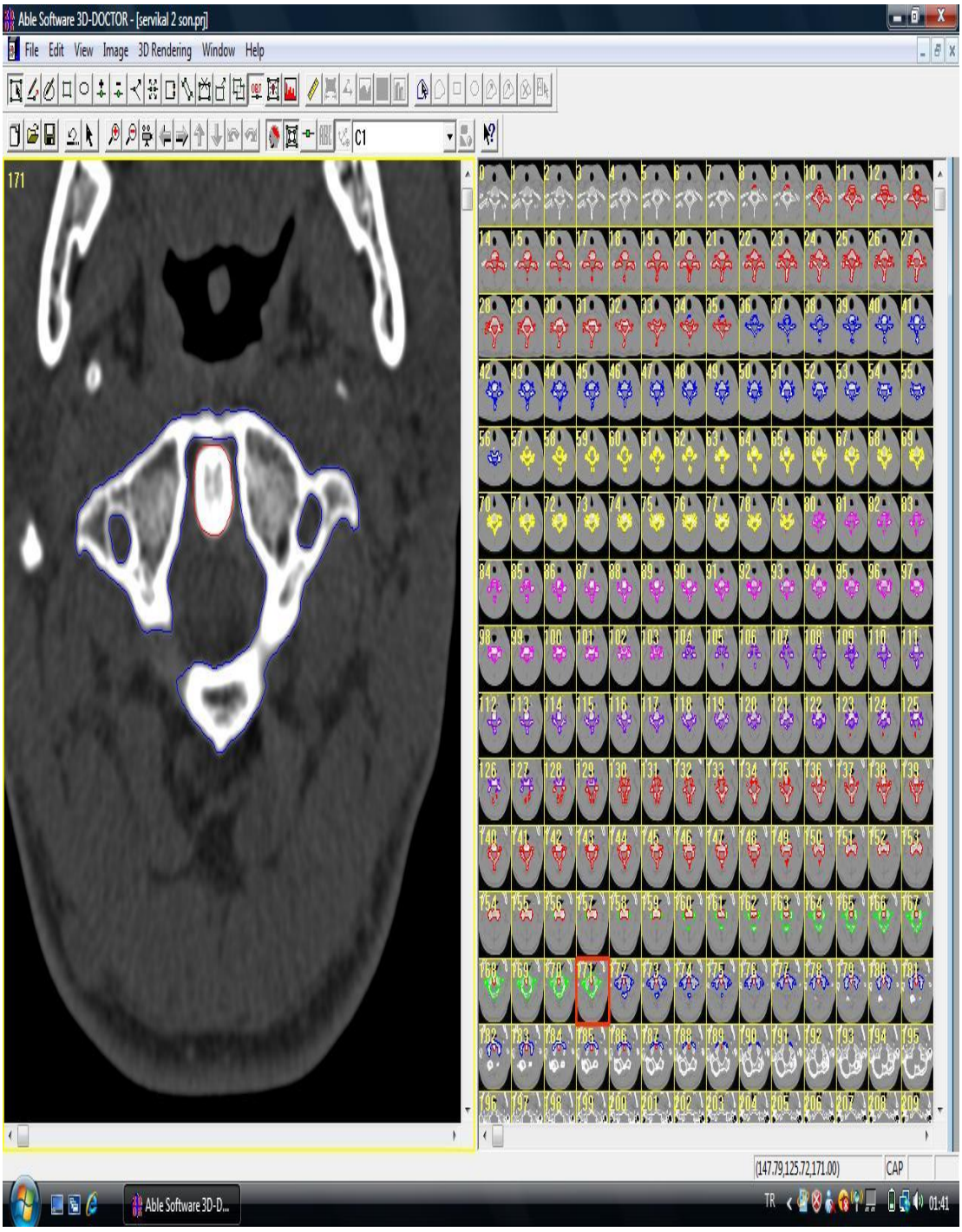
geliştirildiği 1989 yılından sonra takibeden çalışmalarla 1991 yılında 1 mm'nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü MDBT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT de geliştirilmiştir.1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullanıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. MDBT cihazları, bu alışılmamış hızları sayesinde, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak, klasik kesit taramasından çok, bir anlamda "hacim taraması" yapmaktadır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşürülmektedir. Multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir (Barutçu ve Mihmanlı 2005).

2. GEREÇ ve YÖNTEM

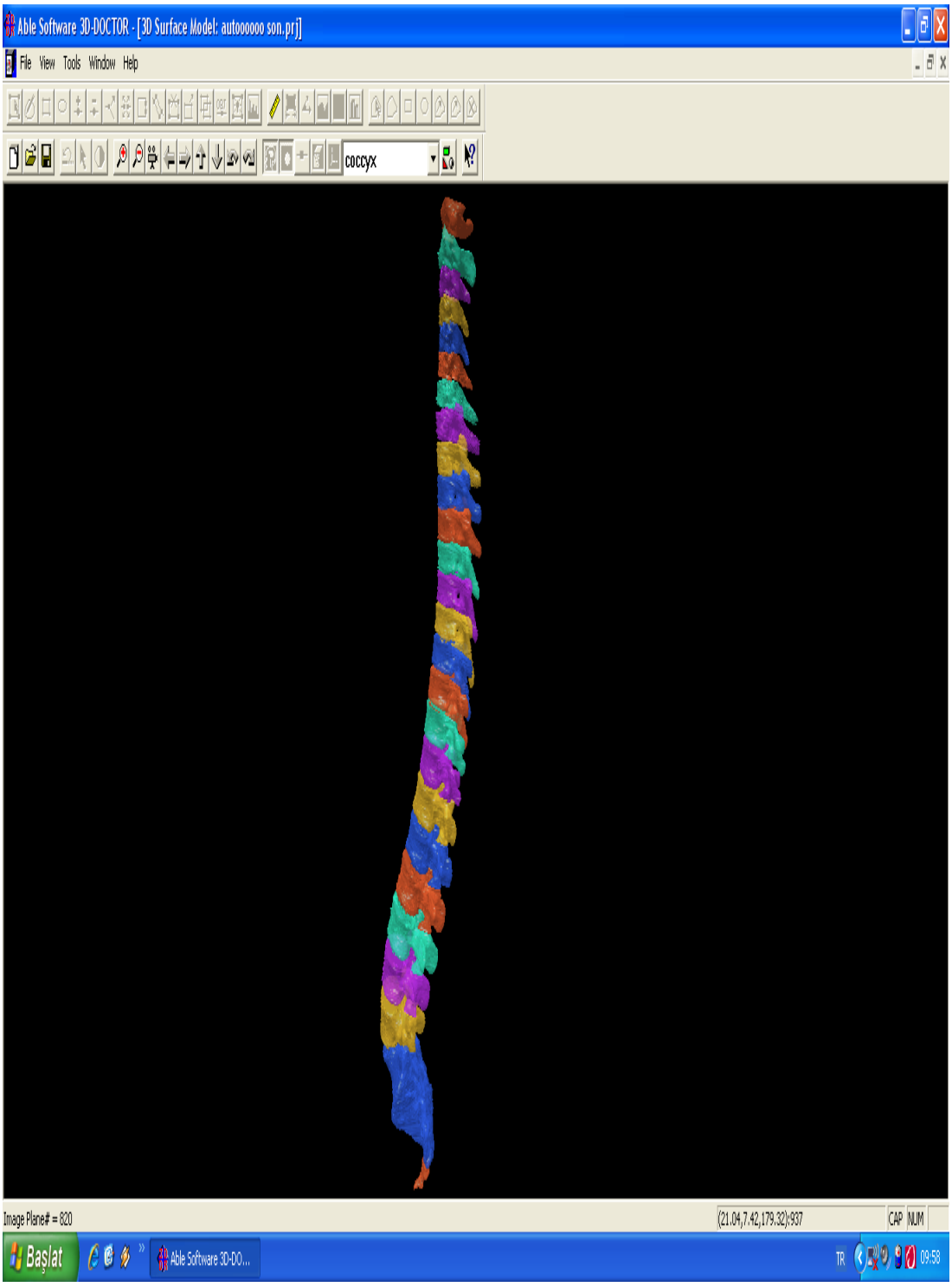
Yapılan çalışma Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik Kurulu tarafından 2008/009 sayı ve 23.07.2008 tarihinde kabul edildi.

Çalışmada 8 adet elit erkek haltercinin ve 8 adet erkek sedanter (kontrol grubu)'in columna vertebralis'i yüksek çözünürlüklü diagnostik MDBT (Somatom Sensation 64; Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) cihazıyla colunma vertebralis tarandı. MDBT cihazının parametreleri; fiziksel detector collimation, 32 x 0.6 mm; nihai kesit collimation, 64 x 0.6 mm; kesit kalınlığı, 0.75 mm; gantry rotasyon zamanı; 330 msec; kVp; 120; mA, 300; rezolusyon, 512 x 512 pixel; rezolusyon aralığı 0.92 x 0.92 olarak ayarlandı. Geometrik modellere ilgili kemik kısımları da dâhil edildi. Doz parametreleri ve taramalar, standart protokoller ve literatür (Prokop 2003, Kalra ve ark 2004) esas alınarak gerçekleştirildi. Araştırmaya katılan kontrol ve deneme grubunun sırt üstü yatar (supine) pozisyonda çekimleri gerçekleştirildi. Elde edilen 2B'li axial görüntüler DICOM formatında CD'lere aktarıldıktan sonra, içerisinde üç boyutlu modelleme programı olan 3D-Doctor 4.0 (20100305 Copyright© 1998-2010 Able Software Corp) yüklü kişisel bilgisayara aktarıldı. Mevcut program 3D-Doctor S.Ü. Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında mevcut bulunmaktadır. Segmentasyon sürecinde araştırıcıların (Bazille ve ark 1994)'te yapmış oldukları çalışma prosedürü esas alındı. Gerçekleştirilen segmentasyona; yarı-otomatik segmentasyon adı verildi. Manuel düzeltme süreci her bir kesit görüntüsü için 5–6 dakika aldı. Yarı-otomatik segmentasyonun ilk aşamasında kemik sınırları otomatik olarak yapılandırıldı. Otomatik sınır segmentasyonundan sonra, kemik üzerinde düzgün pozisyonlandırılamayan noktalar, interaktif sınır düzeltme rutin (Interactive boundary editing routine)'i ile bilgisayar

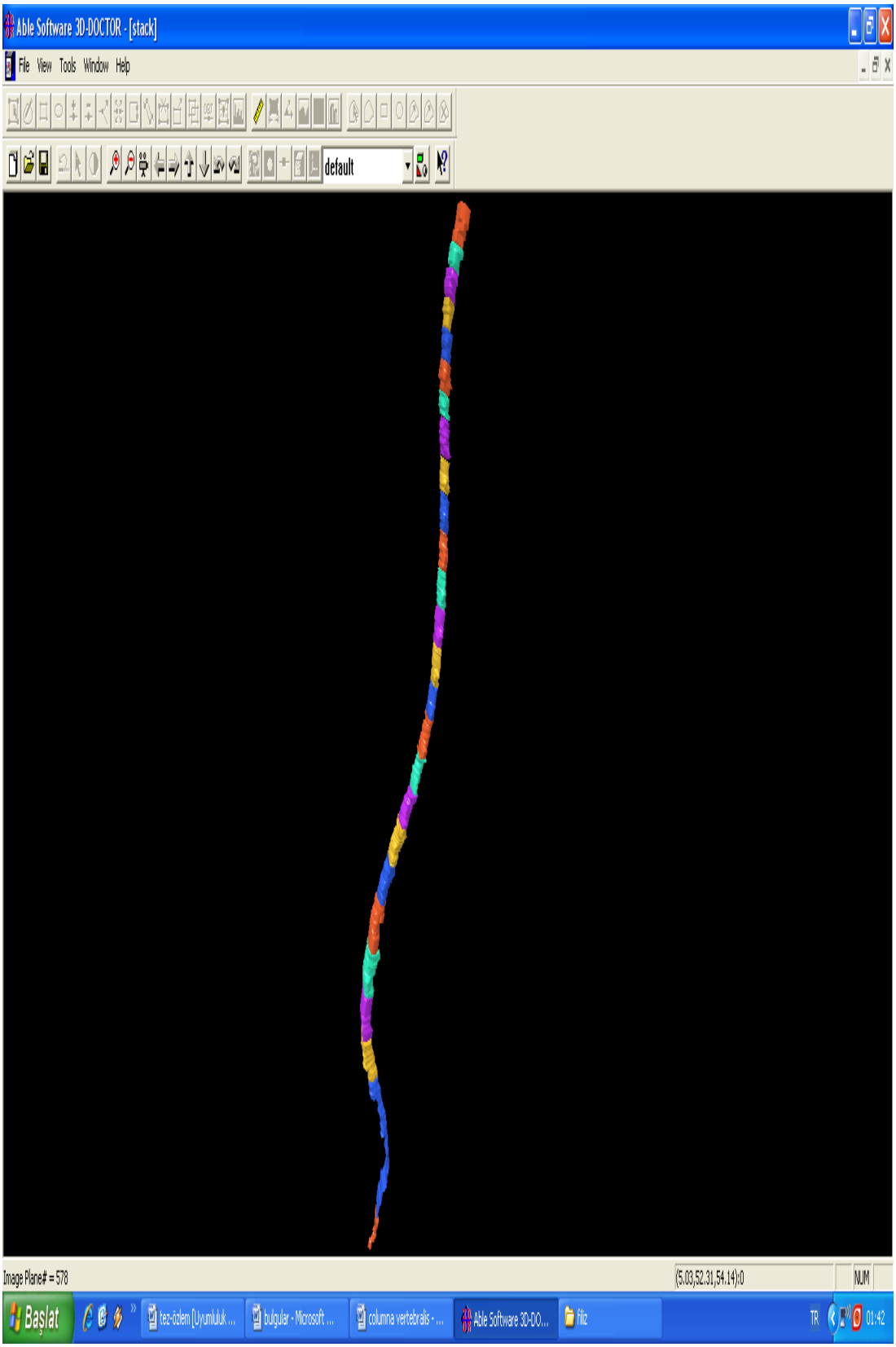
mouse'u ile nokta nokta manuel olarak düzeltildi (Şekil 2.1). Manuel düzeltme kontrol edildikten sonra, kemik yüzeylerinin düzeltilmiş olan tüm sınırları üst üste bindirildi. Programın üç boyutlu çevirici bileşeni (3D rendering component) ile rekonstrüksiyon gerçekleştirildi (Şekil 2.2, 2.3). Columa vertebralis ve canalis vertebralis'i oluşturan omurların hacim, yüzey alanı ve uzunlukları üç boyutlu programla otomatik olarak ölçüldü. Daha sonra her bir omurun (sacrum ve coccyx omurları hariç) ilgili ölçümlerinin, omurga bölümleri içerisindeki yüzdelik oranları belirlendi ve bu oranların istatistikleri analiz edildi. Sacrum ve coccyx ile ilgili ölçümlerin sadece sayısal değerleri verildi. Bu iki bölgedeki omurlarda tam kaynaşma olduğundan dolayı yüzdelik değerlerinin hesap edilmesi mümkün olmadığı için istatistiğe dahil edilmedi. İstatistikî analizler SPSS 15.0 paket programında (SPPS 15.0, SPPS Inc. Corp, Chiago, IL, USA) t-testi ile belirlendi. İstatistikî önem; $P < 0.05$ olarak kaydedildi.



Şekil 2.1. Manuel olarak tespit edilen ve düzeltilen kemik sınırları



Şekil 2.2. Columna vertebralis'in üç boyutlu rekonstrüksiyonu



Şekil 2.3. Canalis vertebralis'in üç boyutlu rekonstrüksiyonu

3. BULGULAR

3.1. Demografik Bulgular

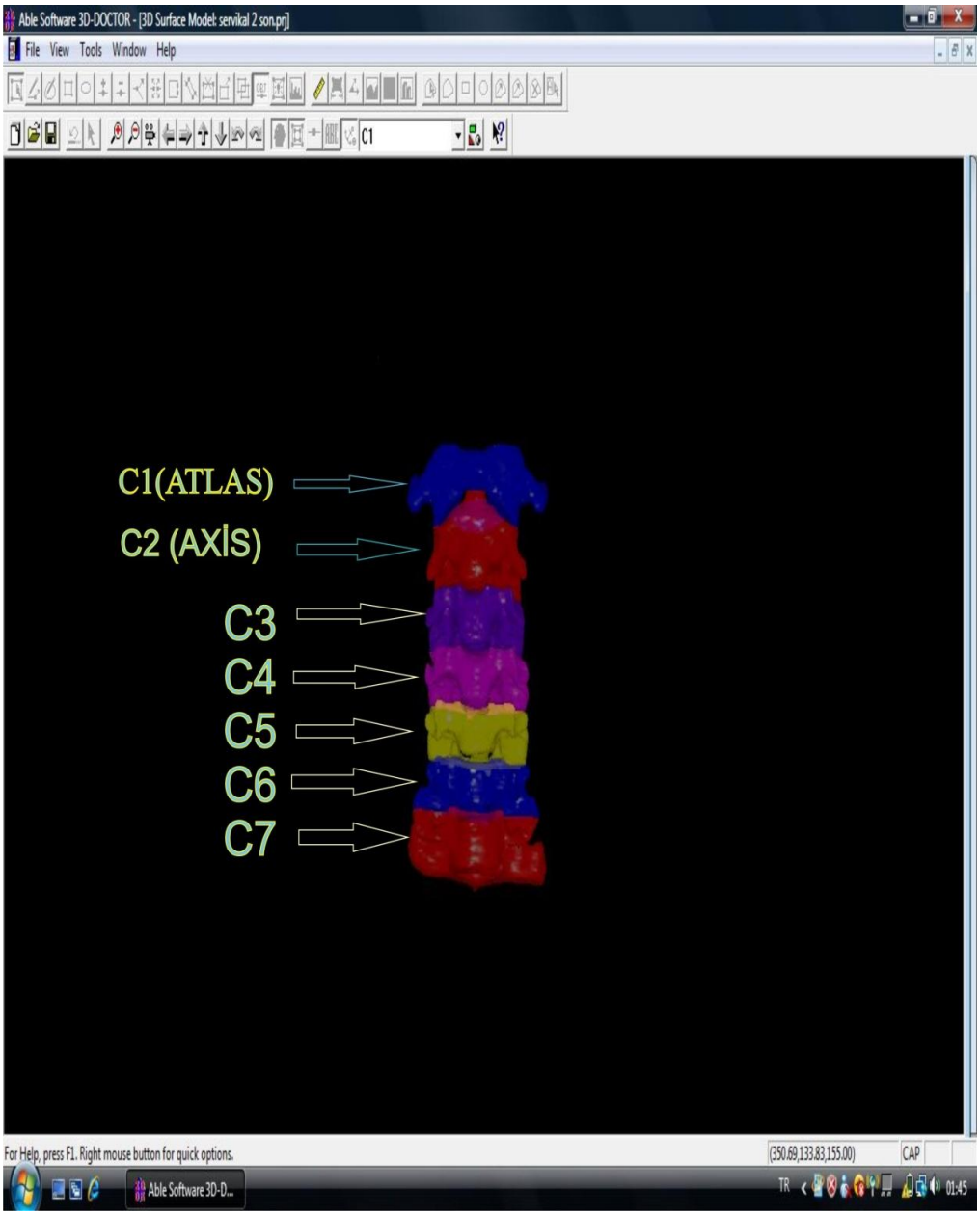
Demografik bulgular incelendiğinde boy, kilo ve yaş yönünden fark gözlenmedi.

Çizelge 3.1. Elit haltercilerin ve Sedanterlerin demografik verileri.

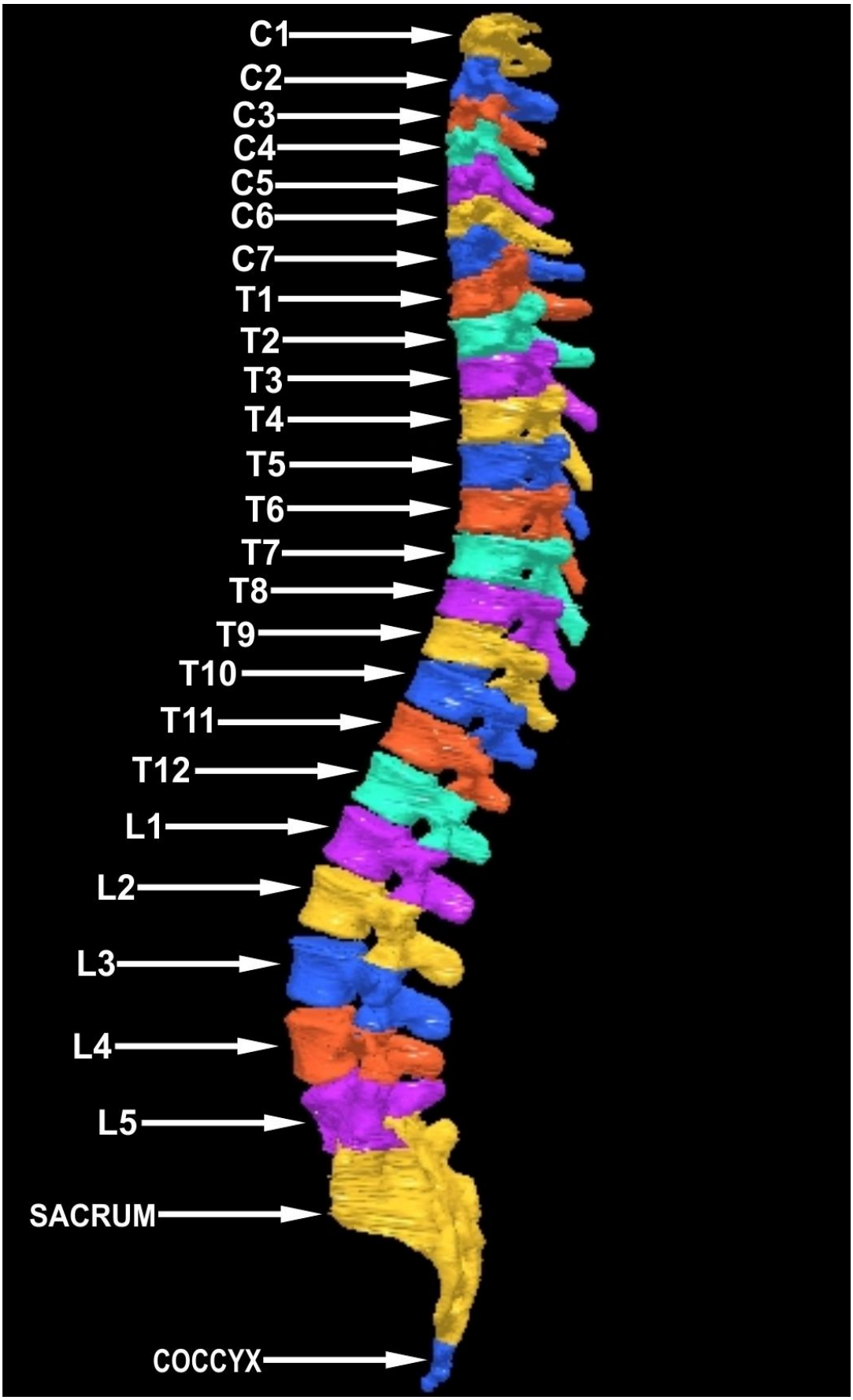
Grup Mean± SE	**N**	**cm**	**kg**	**yaş**
Halter	8	171.87±2.34	82.37±4.12	21.12±0.44
Sedanter	8	170.00±2.83	76.62±1.53	22.25±0.36

3.2. Columna Vertebralis'in 3B Rekonstrüksiyon Bulguları

Columna vertebralis'in 3B görüntüleri incelendiğinde 7 cervical, 12 thoracal, 5 lumbal, 5 sacral ve 4 coccygeal olmak üzere toplam 33 omurdan meydana geldiği gözlemlendi (Şekil 3.1, 3.2).



Şekil 3.1. Pars cervicalis'in üç boyutlu rekonstrüksiyonu



Şekil 3.2. Colunma vertebralis'in 3B rekonstrüksiyon görüntüsü

Elit haltercilerden elde edilen 3B verilerine göre colunma vertebralis'i oluşturan her bir bölgenin toplam hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları sırasıyla **cervical** bölgede; **111775.85** mm³, **56099.64** mm², **120.42** mm; **thoracal** bölgede; **375435.81** mm³, **148377.00** mm², **248.59** mm, **lumbal** bölgede; **295459.21** mm³, **92090.73** mm², **139.80** mm, **sacral** bölge; **168157.66** mm³, **59700.28** mm², **114.77** mm, **coccygeal** bölgede ise; **3054.65** mm³, **2851.74** mm², **28.99** mm olarak ölçüldü (Çizelge 3.2,3.3,3.4,3.5).

Sedanterlerden elde edilen 3B verilere göre columna vertebralis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları sırasıyla **cervical** bölgede; **116613.06** mm³, **56541.52** mm², **125.96** mm, **thoracal** bölgede; **415805.08** mm³, **186936.01** mm², **256.16** mm, **lumbal** bölgede; **293391.13** mm³, **141918.94** mm², **141.08** mm, **sacral** bölgede; **171532.50** mm³, **79581.62** mm², **124.18** mm, **coccygeal** bölgede ise; **3742.07** mm³, **3537.80** mm², **29.01** mm olarak ölçüldü (Çizelge 3.2,3.3,3.4,3.5).

Çizelge 3.2. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B vertebra cervicalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Columna Vertebralis	**Halterci**			**Sedanter**		
	Hacim (mm³)	**Yüzey Alanı (mm²)**	**Uzunluk (mm)**	**Hacim (mm³)**	**Yüzey Alanı (mm²)**	**Uzunluk (mm)**
C1	15800.76	8758.55	19.34	16431.33	8827.79	20.71
C2	20036.81	9198.93	19.78	20652.55	8873.44	20.74
C3	13098.84	6349.07	17.36	13522.14	6266.87	17.38
C4	13679.92	6655.53	16.27	13802.52	6485.10	16.40
C5	14520.25	7706.56	16.47	15205.52	8153.54	17.21
C6	16039.36	8187.08	15.32	16680.79	8353.65	16.07
C7	18599.90	9243.93	15.89	20318.21	9581.14	17.45
Top Ort.	**111775.85**	**56099.64**	**120.42**	**116613.06**	**56541.52**	**125.96**

Çizelge 3.3. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B vertebra thoracalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Columna Vertebralis	Halterci			Sedanter		
	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)
T1	23448.22	11162.69	18.25	23504.31	15056.93	19.19
T2	23187.19	10740.16	19.64	23119.44	11375.75	19.16
T3	23546.11	10279.85	19.55	22755.32	14152.92	19.89
T4	26810.51	11382.19	20.15	31570.33	14050.35	20.82
T5	27480.25	11829.96	19.82	29685.07	15053.99	20.58
T6	28524.82	12069.15	20.11	38788.26	17152.58	21.21
T7	30939.08	13327.30	19.99	40441.03	14800.77	20.89
T8	32357.41	12532.97	19.21	35737.80	15741.72	20.58
T9	35239.44	12612.39	21.37	39583.08	15129.74	22.14
T10	38775.01	14336.46	22.44	41255.93	15573.01	22.94
T11	40183.31	13758.86	22.55	40559.18	18490.74	23.20
T12	44944.47	14345.00	25.52	48805.34	20357.50	25.57
Top Ort.	**375435.81**	**148377.00**	**248.59**	**415805.08**	**186936.01**	**256.16**

Çizelge 3.4. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B vertebra lumbalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Columna Vertebralis	Halterci			Sedanter		
	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)
L1	52764.19	16963.15	26.27	54781.20	25198.28	26.93
L2	57398.35	17829.96	27.81	58406.56	25130.44	27.52
L3	62222.14	21559.01	30.43	63903.94	33359.23	28.48
L4	60747.87	19132.62	28.67	60885.82	28226.29	28.67
L5	62326.67	16606.00	26.61	55413.62	30004.71	29.47
Top Ort.	**295459.21**	**92090.73**	**139.80**	**293391.13**	**141918.94**	**141.08**

Çizelge 3.5. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B sacrum ve coccyx'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Columna Vertebralis	Halterci			Sedanter		
	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)
Sacrum	**168157.66**	**59700.28**	**114.77**	**171532.50**	**79581.62**	**124.18**
Coccyx	**3054.65**	**2851.74**	**28.99**	**3742.07**	**3537.80**	**29.01**

Elit haltercilerden ve sedanterlerden üç boyutlu rekonstrükte edilen kemiklerin biyometrik değerlerinin istatistik analizi yapıldı. Columna vertebralis'in istatistik sonuçları incelendiğinde, elit haltercilerde ve sedanterlerde, sadece pars lumbalis'in uzunluğunda L3 ve L5 kemikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklar ($P<0.05$) kaydedildi (Çizelge 3.8). Sacrum'u ve Coccyx'i oluşturan omurlarda kaynaşma olduğundan omur düzeyinde rekonstrüksiyon mümkün olmadığı için sacrum ve coccyx tek bir kemik gibi rekonstrükte edildi (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.6. Pars cervicalis'teki omurların üç boyutlu hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının yüzdelik oranları göz önüne alınarak gerçekleştirilen istatistik analizi (mean±SE)

Columna Vertebralis	Hacim(mm^3) %		Yüzey Alanı (mm^2) %		Uzunluk (mm) %	
	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter
C1	14.1±2.2	14.0±1.7	15.5±1.8	15.4±2.6	16.1±1.1	16.5±1.0
C2	17.9±1.0	17.7±1.9	16.4±0.5	15.6±0.8	16.4±0.9	16.4±0.9
C3	11.7±0.5	11.6±0.7	11.4±1.4	11.2±1.3	14.4±0.5	13.8±0.9
C4	12.3±0.6	11.8±0.7	11.9±0.7	11.6±1.4	13.5±0.7	13.0±0.3
C5	13.0±0.8	13.0±0.7	13.7±0.5	14.3±1.1	13.7±0.8	13.7±1.1
C6	14.4±0.8	14.3±1.2	14.6±0.3	14.8±0.4	12.7±0.5	12.8±0.6
C7	16.7±1.9	17.5±2.3	16.5±1.2	17.0±0.9	13.2±0.8	13.8±1.1

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 3.7. Pars thoracalis'teki omurların üç boyutlu hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının yüzdelik oranları göz önüne alınarak gerçekleştirilen istatistik analizi (mean±SE)

Columna Vertebralis	Hacim(mm^3) %		Yüzey Alanı (mm^2) %		Uzunluk (mm) %	
	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter
T1	6.3±0.9	5.7±0.8	7.5±1.2	8.4±1.2	7.3±0.5	7.5±0.4
T2	6.2±0.3	5.7±1.2	7.2±0.8	7.1±2.1	7.9±0.8	7.5±0.6
T3	6.3±0.3	5.6±1.4	6.9±0.3	7.6±0.5	7.9±0.3	7.8±0.3
T4	7.1±0.2	7.6±0.5	7.6±0.3	7.6±0.3	8.1±0.5	8.1±0.2
T5	7.3±0.5	7.2±0.9	8.0±1.0	8.2±0.6	8.0±0.4	8.0±0.4
T6	7.6±0.3	9.2±2.1	8.1±0.2	8.6±1.1	8.1±0.3	8.3±0.4
T7	8.2±0.4	9.6±1.6	9.0±1.2	8.3±1.1	8.1±0.4	8.2±0.4
T8	8.6±0.5	8.6±0.7	8.5±0.3	8.3±0.5	7.7±0.4	8.0±0.4
T9	9.4±0.3	9.5±0.3	8.6±0.6	8.2±0.4	8.6±0.2	8.6±0.2
T10	10.4±0.7	9.9±0.9	9.6±1.2	8.8±1.1	9.0±0.2	9.0±0.2
T11	10.7±0.6	9.8±0.8	9.3±1.3	9.3±1.2	9.1±0.4	9.1±0.3
T12	11.9±0.8	11.8±0.9	9.7±0.8	9.7±2.3	10.3±0.3	10.0±0.5

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$).

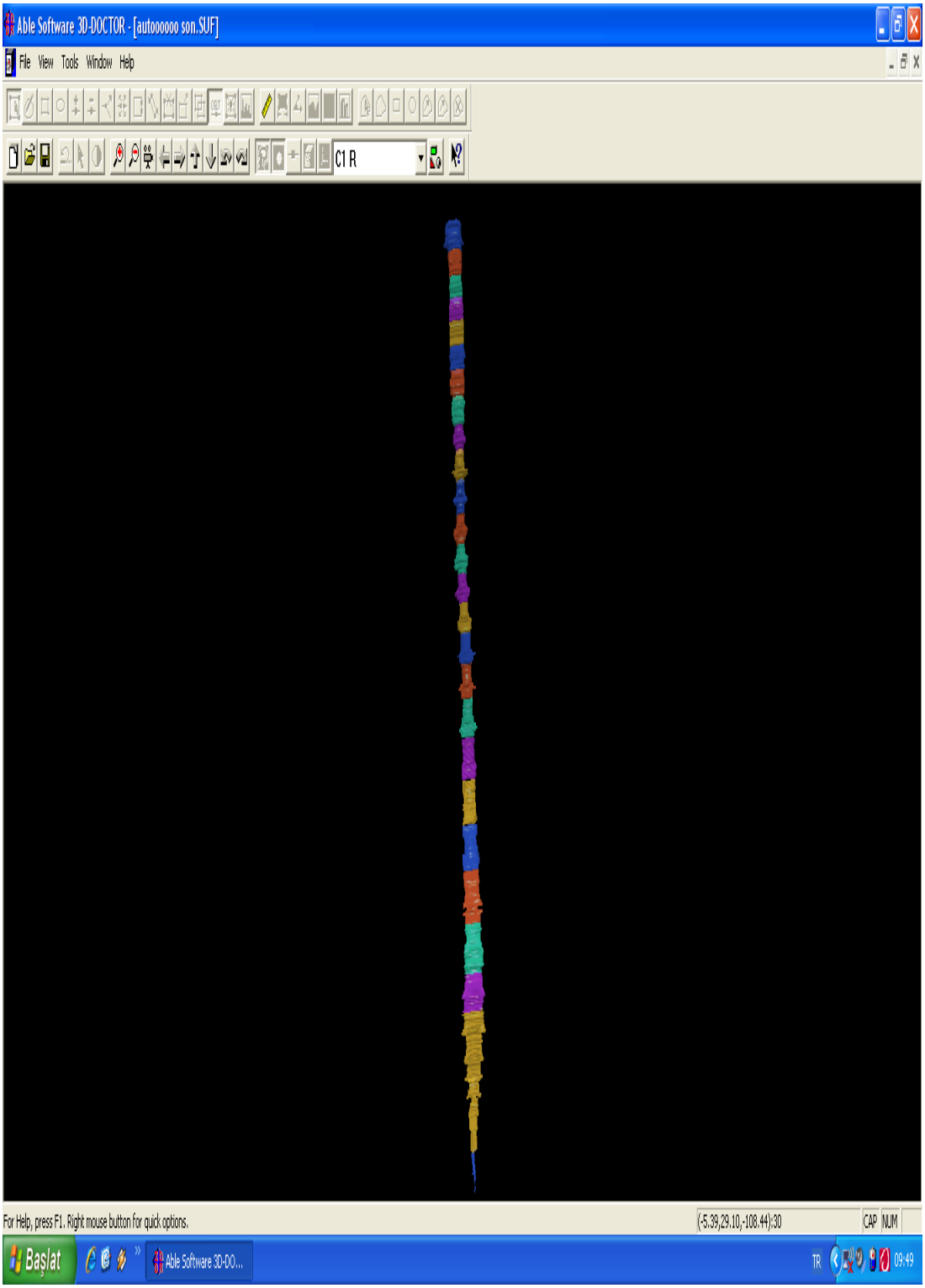
Çizelge 3.8. Pars lumbalis'teki omurların üç boyutlu hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının yüzdelik oranları göz önüne alınarak gerçekleştirilen istatistik analizi (mean±SE)

Columna Vertebralis	Hacim(mm^3) %		Yüzey Alanı (mm^2) %		Uzunluk (mm) %	
	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter
L1	18.0±1.2	18.7±2.4	18.4±1.0	18.6±2.7	18.8±0.3	19.1±0.2
L2	19.5±0.8	19.9±0.7	19.4±1.7	19.1±2.9	19.9±0.6	19.5±0.6
L3	21.0±0.9	21.8±3.2	23.4±0.6	22.0±2.6	21.8±0.4*	20.2±0.6*
L4	20.5±1.3	20.8±1.0	20.7±2.1	21.2±3.8	20.5±1.0	20.3±0.5
L5	21.1±2.4	18.7±4.7	18.1±1.5	19.1±6.3	19.0±1.0*	20.9±0.4*

*:$P<0.05$. Aynı satırlarda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

3.3. Canalis Vertebralis'in 3B Rekonstrüksiyon Bulguları

Canalis vertebralis'in segmentleri incelendiğinde, her bir segmentin huni ve koniyi andıran geometrik şekiller arz ettiği saptandı (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Canalis vertebralis'in 3B rekonstrüksiyonu

Elit erkek haltercilerden elde edilen 3B verilerine göre canalis vertebralis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları sırasıyla **cervical** bölgede; **28131.46** mm³, **12274.12** mm², **115.39** mm, **thoracal** bölgede; **53809.67** mm³, **23035.07** mm², **261.46** mm, **lumbal** bölgede; **40702.53** mm³, **14967.93** mm², **141.96** mm, **sacral** bölgede; **9892.32** mm³, **7249.78** mm², **109.05** mm, **coccygeal** bölgede ise; **912.83** mm³, **968.98** mm², **31.10** mm olarak ölçüldü (Çizelge 3.9,3.10,3.11,3.12).

Sedanterlerden elde edilen üç boyutlu 3B verilerine göre canalis vertebralis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları sırasıyla **cervical** bölgede; **37258.42** mm³, **13648.69** mm², **127.28** mm, **thoracal** bölgede; **50675.49** mm³, **24790.93** mm², **288.30** mm, **lumbal** bölgede; **46453.13** mm³, **16116.87** mm², **157.97** mm, **sacral** bölge; **10766.14** mm³, **7381.47** mm², **122.62** mm, **coccygeal** bölgede ise; **891.16** mm³, **906.18** mm², **29.43** mm olarak ölçüldü (Çizelge 3.9,3.10,3.11,3.12).

Çizelge 3.9. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B canalis cervicalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Canalis Vertebralis	**Halterci**			**Sedanter**		
	Hacim (mm³)	**Yüzey Alanı (mm²)**	**Uzunluk (mm)**	**Hacim (mm³)**	**Yüzey Alanı (mm²)**	**Uzunluk (mm)**
C1	6898.60	2447.04	21.22	9589.29	2641.79	23.05
C2	4328.53	1784.61	15.96	5148.45	1784.40	17.05
C3	3229.23	1476.18	14.92	4067.37	1675.61	15.98
C4	3371.42	1464.04	15.47	4070.99	1676.37	16.12
C5	3353.07	1603.53	16.26	3953.48	1644.49	16.58
C6	3565.56	1702.35	15.97	4310.68	1639.22	16.86
C7	3385.06	1796.38	15.59	6118.17	2586.81	21.64
Top Ort.	**28131.46**	**12274.12**	**115.39**	**37258.42**	**13648.69**	**127.28**

Çizelge 3.10. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B Canalis thoracalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Canalis Vertebralis	Halterci			Sedanter		
	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)
T1	3869.18	1779.03	18.90	2999.46	1850.18	20.13
T2	3397.05	1599.55	18.97	2499.28	1657.21	19.50
T3	3475.79	1644.03	20.82	3315.02	1698.29	21.33
T4	3575.88	1656.54	21.86	3395.60	1631.73	21.74
T5	3669.26	1590.34	21.23	3327.96	1686.24	23.20
T6	4245.34	1588.54	22.66	4162.68	1883.48	23.77
T7	3984.02	1759.03	16.74	4838.56	1884.29	24.00
T8	3737.72	1747.79	17.40	4428.62	1888.80	23.37
T9	4906.20	2080.65	25.22	4527.19	2050.92	25.27
T10	5252.33	2200.72	24.18	4315.48	2425.74	27.05
T11	6289.20	2658.65	28.48	6188.72	3049.81	27.87
T12	7407.71	2730.20	24.98	6676.91	3084.25	31.08
Top Ort.	**53809.67**	**23035.07**	**261.46**	**50675.49**	**24790.93**	**288.30**

Çizelge 3.11. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B Canalis lumbalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Canalis Vertebralis	Halterci			Sedanter		
	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)	Hacim (mm^3)	Yüzey Alanı (mm^2)	Uzunluk (mm)
L1	7992.88	2900.35	30.81	8264.53	3023.53	31.15
L2	8411.51	3040.53	30.66	8426.96	2965.66	34.03
L3	9075.16	3555.54	29.90	10355.00	3253.79	29.64
L4	8118.09	2934.03	28.84	9845.86	3403.43	32.29
L5	7104.89	2537.49	21.75	9560.78	3470.46	30.85
Top Ort.	**40702.53**	**14967.93**	**141.96**	**46453.13**	**16116.87**	**157.97**

Çizelge 3.12. Elit haltercilerden ve sedanterlerden elde edilen 3B Sacrum ve Coccgeal canalis'in hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamaları

Canalis Vertebralis	Halterci			Sedanter		
	Hacim (mm^3)	YüzeyAlanı (mm^2)	Uzunluk (mm)	Hacim (mm^3)	YüzeyAlanı (mm^2)	Uzunluk (mm)
Sacrum	**9892.32**	**7249.78**	**109.05**	**10766.14**	**7381.47**	**122.62**
Coccyx	**912.83**	**968.98**	**31.10**	**891.16**	**906.18**	**29.43**

Elit haltercilerden ve sedanterlerden rekonstrükte edilen segmentlerin biyometrik değerlerinin istatistik analizi yapıldı. Canalis vertebralis'in istatistik sonuçları incelendiğinde, elit haltercilerde ve sedanterlerde pars cervicalis'in hacim; C7, yüzey alanı; C5, C6 ve C7 ve uzunluk; C7 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi (Çizelge 3.13). Pars thoracalis'in hacim; T2, T7 ve T8 ve uzunluk; T4, T7 ve T8 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi (Çizelge 3.14). Pars lumbalis'in hacim; L5, yüzey alanı; L2, L3 ve L5 ve uzunluk; L3 ve L5 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi (Çizelge 3.15). Sacrum'u ve coccyx'i oluşturan segmentlerde kaynaşma olduğundan dolayı her bir omur bağımsız olarak rekonstrükte edilemedi. Dolayısıyla ilgili bölümler bir bütün olarak rekonstrükte edilerek değerlendirildi (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.13. Pars cervicalis'teki omurların üç boyutlu hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının yüzdelik oranları göz önüne alınarak gerçekleştirilen istatistik analizi (mean±SE)

Canalis Vertebralis	Hacim(mm^3) %		Yüzey Alanı (mm^2) %		Uzunluk (mm) %	
	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter
C1	24.5±3.0	25.6±3.3	19.8±1.7	19.4±1.8	18.3±1.6	18.1±0.6
C2	15.2±2.7	13.8±1.5	14.5±1.2	13.1±1.4	13.7±2.0	13.4±1.3
C3	11.5±0.9	10.9±0.4	12.1±1.4	12.3±0.9	12.9±1.0	12.6±0.6
C4	12.0±0.6	10.9±0.8	11.9±0.7	12.3±1.1	13.5±0.6	12.7±0.8
C5	11.9±0.8	10.6±0.5	13.1±0.4*	12.1±0.4*	14.1±0.6	13.0±0.7
C6	12.7±1.1	11.5±1.8	13.9±0.9*	12.0±0.5*	13.9±0.7	13.3±0.4
C7	12.1±1.1*	16.5±1.9*	14.6±1.5*	19.0±1.4*	13.6±1.7*	17.0±0.5*

*:P<0.05. Aynı satırlarda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.14. Pars thoracalis'teki omurların üç boyutlu hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının yüzdelik oranları göz önüne alınarak gerçekleştirilen istatistik analizi (mean±SE)

Canalis Vertebralis	Hacim(mm^3) %		Yüzey Alanı (mm^2) %		Uzunluk (mm) %	
	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter	Halterci	Sedanter
T1	7.2±0.8	5.9±0.4	7.8±0.6	7.4±1.4	7.2±0.7	7.0±0.8
T2	6.3±0.5*	4.9±0.6*	7.0±0.5	6.7±0.5	7.2±0.5	6.8±0.5
T3	6.5±0.5	6.5±0.4	7.2±0.6	6.9±0.4	8.0±0.2	7.4±0.4
T4	6.6±0.5	6.7±0.3	7.2±0.5	6.6±0.4	8.4±0.3*	7.5±0.2*
T5	6.8±0.6	6.5±0.7	6.9±0.7	6.8±0.7	8.1±0.2	8.0±0.3
T6	7.9±0.4	8.2±0.5	6.7±2.5	7.6±0.6	8.7±0.3	8.3±0.4
T7	7.5±0.9*	9.6±0.8*	7.7±0.6	7.6±0.2	6.4±0.4*	8.3±0.3*
T8	7.0±0.4*	8.7±0.6*	7.6±0.5	7.6±0.3	6.7±0.5*	8.1±0.2*
T9	9.1±0.5	8.9±0.6	9.0±0.6	8.3±0.7	9.7±0.5	8.8±0.5
T10	9.7±1.0	8.5±0.6	9.5±0.6	9.8±1.7	9.3±0.5	9.4±0.6
T11	11.6±0.9	12.2±0.7	11.5±1.0	12.4±1.0	10.9±0.7	9.7±0.3
T12	13.7±0.8	13.2±0.5	11.8±1.3	12.5±0.5	9.6±0.7	10.8±0.8

*:P<0.05. Aynı satırlarda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.15. Pars lumbalis'teki omurların üç boyutlu hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının yüzdelik oranları göz önüne alınarak gerçekleştirilen istatistik analizi (mean±SE)

Canalis Vertebralis	**Hacim(mm^3) %**		**Yüzey Alanı (mm^2) %**		**Uzunluk (mm) %**	
	Halterci	**Sedanter**	**Halterci**	**Sedanter**	**Halterci**	**Sedanter**
L1	20.0±3.8	17.8±0.9	19.4±1.7	18.8±1.4	21.7±2.0	19.7±0.5
L2	20.7±2.1	18.1±2.4	20.3±0.6*	18.4±0.8*	21.6±0.5	21.6±0.9
L3	21.9±3.6	22.3±1.5	23.7±1.4*	20.2±1.2*	21.1±0.6*	18.7±0.6*
L4	19.8±1.5	21.2±2.8	19.7±1.3	21.1±2.3	20.3±1.0	20.4±1.2
L5	17.5±1.4*	20.6±0.6*	17.0±0.8*	21.6±1.9*	15.3±1.5*	19.5±1.0*

*:$P<0.05$. Aynı satırlarda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

4. TARTIŞMA

Halter sporcuları üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Elit haltercilerde biyomekanik çalışmalar, kaldırma evrelerinde vücut ile barın sistem olarak yüzeye uyguladığı kuvvetin ölçüldüğü kinetik değerleri, eklem açısı ile bar yörüngesinin araştırıldığı açısal ve doğrusal kinematiği ve bar üzerinde yapılan iş, güç ve enerji hesaplamaları üzerinde çalışılmıştır (Isaka ve ark 1996; Stone ve ark 1998; Gourgoulis ve ark 2002; Schilling ve ark 2002; Souza ve ark 2002). Eckstein ve ark 2006'da haltercilerde ve sedanterlerde yapmış olduğu çalışmalarda; kesitsel bir tasarımla farklı diz hareketlerinin akut etkilerini karşılaştırmışlardır. Elit haltercilerin columna vertebralis'lerinden alınan BT görüntülerinin detaylı değerlendirmeleri ve üç boyutlu rekonstrüksiyonu ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Columna vertebralis'in istatistik sonuçları incelendiğinde, elit haltercilerde ve sedanterlerde, sadece pars lumbalis'in uzunluklarında L3 ve L5 omurları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar ($P<0.05$) kaydedildi. Elit haltercilerde L3 21.8±0.4 mm iken sedanterlerde 20.2±0.6 mm olarak ölçüldü. Elit haltercilerde L3 omurdaki büyümenin kemiğe uygulanan stresin sedanterlere göre daha fazla olmasını akla getirmektedir. Pettersson ve ark (1998) spor ve egzersiz yapanlarda hem kas kuvveti, hem de kemik parametrelerinde artış olacağı bildirimleriyle bu yorumumuz desteklenebilir. Kalaycı (2008) elit judoculardа ve sedanterlerde yapmış olduğu çalışmada, elit judocuların metacarpal ve phalangeal kemiklerinin biyometrik oranlarının istatistiksel olarak sedanterlerden daha büyük olduğunu bildirmiştir. Biz benzer bir kemik proliterasyon'un haltercilerde L3'te şekillendiğini kaydettik.

L5 segmentinde elit haltercilerde 19.9±1.0 mm iken sedanterlerde 20.9±0.4 mm olarak istatistikî önem tespit edildi ($P<0.05$). Elit haltercilerde L5 segmentindeki

azalma omurdaki deformasyonu düşündürmektedir. Bu da gösteriyor ki haltercilerin aşırı yük kaldırmasının kemiklerde deformasyona neden olabileceğini akla getirmektedir.

Canalis vertebralis'in istatistik sonuçları incelendiğinde, elit haltercilerde ve sedanterlerde, pars cervicalis'in hacim; C7, yüzey alanı; C5, C6 ve C7 ve uzunluk; C7 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi. Pars thoracalis'in hacim; T2, T7 ve T8 ve uzunluk; T4, T7 ve T8 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi. Pars lumbalis'in hacim; L5, yüzey alanı; L2, L3 ve L5 ve uzunluk; L3 ve L5 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi.

Elit haltercilerde pars cervicalis'in C7 segmentinin biyometrik ölçümlerinin sedanterlerden düşük olması; pars thoracalis'in hacim ve uzunluk olarak T7 ve T8 segmentlerinin sedanterlerden düşük olması da bu bölgelerde deformasyonun olduğunu düşündürmektedir. Yine pars lumbalis'in yüzey alanı L2 ve L3 ve uzunluk L3 segmentlerinin değerleri elit haltercilerde sedanterlere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak L5 segmentinde sedanterlerin biyometrik ölçümleri elit haltercilerden yüksek bulunmuştur.

Bütün biyometrik ölçümler değerlendirildiğinde; haltercilerde columna vertebralis'in ve canalis vertebralis'in sedanterlere kıyasla sadece L5 segmentinde belirgin bir deformitenin şekillendiği tespit edilmiştir ($P<0.05$).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan araştırmada, elit haltercilerin ve diğer elit sporcuların columna vertebralis'ine ait biyometrik ölçülerin ve üç boyutlu görüntülerin; ilgili kanal ve kemiklerle ilişkili patolojik formasyonların (vertebral exostosis, vertebral kanal stenozu, vertebral kanal tümörü, intervertebral hernia vs.) tanı ve yorumlanmasını kolaylaştırarak ortopedist ve nörologların uygun terapatik yaklaşımına pozitif yönde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Sedanterlere ait üç boyutlu omurga verileri ışığında ise gerçek boyutlu vertebral kanal modelleri geliştirilebilecektir.

Çalışmada kullanılan metodun ve bu metottan elde edilen verilerin gerek gelecekte yapılacak anatomik araştırmalara zemin teşkil edeceği gerekse anatomi eğitimi alan öğrencilere modern bir eğitim anlayışı ve bakış açısı oluşturacağı da bir gerçektir.

Ayrıca çalışmadan elde edilen bilgisayar çıkışlı verilerin elit sporcuların ve sedanterlerin columna vertebralis'inin morfolojik açıdan karşılaştırılmasına bilimsel bir dayanak teşkil edeceği ve böylece spor hekimliğine önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Elit Erkek Haltercilerde Columna Vertebralis'in Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Üç Boyutlu Rekonstrüksiyonu

Alparslan İNCE
Danışman: Prof. Dr. Emrullah EKEN
Anatomi (Vet.) Anabilim Dalı
DOKTORA TEZİ / KONYA-2010

Sunulan çalışma; elit erkek haltercilerden ve sedanter (kontrol) grubundan multidedektör bilgisayarlı tomografi (MDBT) ile alınan columna vertebralis kesitlerinden, fotogrametrik yöntemlerle üç boyutlu veri ve modeller elde edilerek, elit haltercilerin ve sedanter grubunun omurga yapısının biyometrik özelliklerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 8 adet elit erkek haltercinin ve 8 adet sedanterin columna vertebralis'i yüksek çözünürlüklü diagnostik MDBT cihazıyla tarandı. Elde edilen 2B'li axial görüntüler DICOM formatında CD'lere aktarıldıktan sonra, içerisinde üç boyutlu modelleme programı olan 3D-Doctor 4.0 yüklü kişisel bilgisayara aktarıldı. 3D-Doctor sayesinde, ilk aşamada 2D'li görüntüler üzerinde yarı-otomatik segmentesyon prosedürü gerçekleştirildi. İkinci aşamada bu prosedürde çıkması muhtemel olan düzensiz noktaların modifiye edilmesi için aynı görüntüler üzerinde interaktif düzeltme rutiniyle manuel segmentasyon yapıldı. Manuel olarak segmente edilmiş görüntüler bloklaştırılıp üst üste bindirildikten sonra ilgili programlar sayesinde üç boyutlu hale getirildi. Tüm ölçümler adı geçen program yardımıyla otomatik olarak hesaplandı ve istatistiki analizler SPSS 15.0 paket programında (SPSS For Windows 2006) t- testi ile belirlendi. Columna vertebralis'in istatistik sonuçları incelendiğinde, elit haltercilerde ve sedanterlerde, sadece Pars lumbalis'in uzunluklarında L3-L5 omurları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar ($P<0.05$) kaydedildi. Canalis vertebralis'in istatistik sonuçları incelendiğinde, elit haltercilerde ve sedanterlerde, Pars cervicalis' in hacim; C7, yüzey alanı; C5, C6 ve C7 ve uzunluk; C7 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi. Pars thoracalis'in hacim; T2, T7 ve T8 ve uzunluk; T4, T7 ve T8 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi. Pars lumbalis'in hacim; L5, yüzey alanı; L2-L3-L5 segmentlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($P<0.05$) kaydedildi. Bütün volumetrik ölçümler değerlendirildiğinde; columna vertebralis'in ve canalis vertebralis'in sadece L5 segmentindeki deformasyonun daha dikkate değer olduğu tespit edildi.

Sonuç olarak, bu tekniklerin ve üç boyutlu rekonstrüksiyon prosedürlerinin spor hekimliğinde kullanım alanına girmesinin gerekliliği düşüncesinden hareketle, MDBT tekniğiyle halter sporcuları üzerinde gerçekleştirilecek alt yapı çalışmalarının bu tür araştırmalarla destekleneceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Columna vertebralis, Üç boyutlu rekonstrüksiyon, Elit halterciler, Bilgisayarlı tomografi

7. SUMMARY

T.C.
UNIVERSITY OF SELCUK
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

Three-Dimensional Reconstruction of the Vertebral Column in Elite Male Powerlifters by Multidetector Computed Tomography Images

By
Alparslan İNCE

Supervisor
Prof. Dr. Emrullah EKEN

ANATOMY DEPARTMENT (VET.)

DOCTOR OF PHILOSOPHY THESIS / KONYA-2010

The aim of his study is to present biometrical features of spine structures of elite powerlifters and sedentary men by acquiring three-dimensional data and models using photogrammetric survey from vertebra column sections that derived from elite male powerlifters and sedentary men by using multidetector computed tomography (MDCT). In this study, vertebra columns of eight elit male powerlifters and eight sedentary men were scanned by means of high resolution diagnostic device MDCT. After transferring the obtained 2D axial images to CDs in DICOM format, these images were transmitted to personal computer that has a three dimensional modelling programme, 3D-Doctor 4.0 in the first stage, semi-automatic segmentation procedure was performed on 2D images thanks to 3D-Doctor. During the second stage, manuel segmentation with interactive adjustement was carried out on the same images in order to modify the uneven places that were possible to emerge. After the images mounted manually were configured and overlapped, they were rendered in three dimensional by means of the related programme. All measurements were figured up automatically by means of the aforenamed programme and the statistical analyses were designated by using the t-test in SPSS 15.0 packeged software. When the statistical inferences of vertebra columns are examined, in elite powerlifters and sedentary men, statistically remarkable differences ($P<0.05$) were only detected in the lenghts of pars lumbalis between L3 and L5 vertabras. When the statistical inferences of Canalis Vertabralis are examined, in elite powerlifters and sedentary men, statistically remarkable differences ($P<0.05$) were detected in some segments of pars cervicalis: in terms of volume; C7, surface area; C5, C6 and C7 and the lenght; C7. Also some other statistically important differences ($P<0.05$) were detected in pars thorocalis: in terms of volume; T2, T7 and T8 and in terms of lenght; T4, T7 and T8. Once again, in the volume; L5 and in surface area; L2,L3 and L5 segments of pars lumbalis, remarkable differences ($P<0.05$) were detected. When the all volumetric measurements were assessed, it was determined that the deformation is more significant in only L5 segments of vertebra columns and vertabra canal.

As a consequence, considering the fact that these techniques and three dimensional reconstruction procedures should be in sports medicine, it is thought that infrastructure works which will be performed by using MDCT and related to powerlifters will be supported by such researches.

Key Words: Vertebra columns; Three dimensional reconstruction; Powerlifter; Computed tomography

8. KAYNAKLAR

1. Ablesw. http://www.ablesw.com/3d-doctor/volume.html. Erişim tarihi: 23-07-2009.

2. Alıcı E. Omurga Hastalıkları ve Deformiteleri. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayını. 1991. İzmir.

3. Barutçu H, Mihmanlı İ. Alt ekstremite venöz trombozlarında multidedektör BT direk venografi ile renkli doppler us inceleme yöntemlerinin karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fak. Radyodiagnostik A.B.D. 2005. İstanbul.

4. Bazille A, Guttman MA, McVeigh ER, Zerhouni EA. Impact of semiautomated versus manual image segmentation errors on myocardial strain calculation by magnetic resonance tagging. Invest Radiol. 1994;29: 427–33.

5. Brown EW, Abani K. Kinematics and kinetics of the dead lift in adolescent power lifters. Med. and Sci. in Sports and Exerc. 1985;17: 554-566.

6. Dere F. Anatomi, Ders kitabı, Kendi Yayını, Adana. 1996; 119-204.

7. Eckstein F, M. Hudelmaier, Putz R. The effects of exercise on human articular cartilage. J Anat. 2006;208: 491–512.

8. Ege R. Vertebralarm Anatomisi, Vertebra-Omurga, Ed. R. Ege, Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara, 1992; 21-44.

9. Elmacı S. Spor anatomisi, Bağırgan Yayın Evi. 1998, Ankara.

10. Grant JCB. Grant Anatomi Atlası. Güven Kitabevi Yayınları. Ankara. 1977.

11. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Antonıou P, Chritoforidis C, Mavromatis G, Garas, A. Comparative 3-Dimensional kinematic analysis of the snatch technique in elite male and female Greek weightlifters. J Strength Cond. Res. 2002;16: 359-366.

12. Hadi G, Akkuş H, Harbili E. Farklı bar ağırlıklarının kaldırıldığı koparma tekniğinin üç boyutlu biyomekanik analizi. Spor Bil Derg. Hacettepe J Sport Sci. 2008; 19: 139–156.

13. Hall RK. The role of CT, MRI and 3D imaging in the diagnosis of temporomandibular joint and other orofacial disorders in children. Aust Orthod J. 1994; 13: 86–94.

14. Halter. http://www.halter.gov.tr/sayfa.asp?id=60. Erişim tarihi: 13-04-2009.

15. Halter. http://www.halter.gov.tr/sayfa.aspx?id=145. Erişim tarihi: 09.04.2010.

16. Harbili E, Arıtan S. Elit haltercilerde koparma tekniğinin karşılaştırmalı biyomekanik analizi. Spor Bil Derg Hacettepe J Sport Sci. 2005;16: 124-134.

17. Hoek van Dijke GA, Snijders CJ, Stoeckart R, Henk J, Stam H. A biomechanical model on muscle forces in the transfer of spinal load to the pelvis and legs. J Biomechanics. 1999: 32, 927-933.

18. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. Radiology. 2000;215: 55–62.

19. Isaka T, Okada T, Fuanto K. Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement in elite asian weightlifters. J Appl Biomech. 1996;12: 508-516.

20. IWF. http://www.iwf.net/doc/technical.pdf . Erişim tarihi: 07.05.2009.

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

22. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, Shepard J, Saini S. Strategies for CT radiation dose optimization. Radiology. 2004;230: 619-28.

23. Kaya T. Radyolojik görüntüleme yöntemleri ve ana prensipleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996; 7-15.

24. Krupa P, Krsek P, Cernochova P, Molitor M. 3D real modelling and CT biomodels application in facial surgery. In: Neuroradiology European Society of Neuroradiology. ISBN 0028-3940. Berlin: 2004; 141-1.

25. Marchocka M, Smuk E. Analysis of body build of senior weightlifters with particular regard for proportions. Biol Sport, 1984;1: 55-71.

26. Odar İV. Anatomi Ders Kitabı, Hareket Sistemi. 1984; 1-82.

27. Özkurt A. Üç boyutlu örneksel veriden yüzey modeli üretimi, DEÜ Mühendislik Fak Fen ve Mühendislik Derg. 2002;4: 27–36.

28. Pazaröz yurt İ, İnce G. Elit Bayan Basketbolcularda Antropometrik Özellikler, Dikey Sıçrama ve Omurga Esnekliğinin Mevkilere Göre İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana. 2008.

29. Pettersson U, Alfredson H, Nordström P, Henriksson K, Lorentzon R. Bone mass in female cross-country skiers, reletionship between muscle strenth and different bmd sites. Sport Med Unit, Orthopaedics, Universtiy of Umea. 1998;67: 199–206.

30. Prokop M. General principles of MDCT. Eur J Radiol. 2003;45: 4-10.

31. Schilling BK, Stone MH, O'Braynt HS, Fry AC, Coglianese RH, Pierce KC. Snatch technique of collegiate national level weightlifters. J Strength Cond. Res. 2002;16: 551-555.

32. Stone MH, O'Braynt HS, Williams FE, Johnson RL. Analysis of bar paths during the snatch in elite male weightlifters. NSCA. August. 1998; 30-38.

33. Souza AL., Shimada SD, Koontz A. Ground reaction forces during the power clean. J Strength Cond. Res. 2002;16: 423-427.

34. Tolun R. Minareci Ö. Nöroradyoloji, http://itfnoroloji.org/nororad/nororad.htm. Erişim tarihi: 04.04.2007.

35. Topçu V. Bilgisayarlı tomografide imaj oluşumu ve gösterimi. Üç boyutlu (3D) imaj işletme ve gösterim teknikleri. T.C. Sağlık bakanlığı taksim eğitim ve araştırma hastanesi radyodiagnostik kliniği. Uzmanlık tezi. 2005;11–15.

36. Turkrad. http://www.turkrad.org.tr/toplum.php#19. Erişim tarihi: 18.03.2010.

37. Wordpress. http://ispor.wordpress.com/halter/tarihce/. Erişim tarihi: 24.04.2010.

9. ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Kayseri'de doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Kayseri'de tamamladı. 1998 yılında Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'na başladı, 2001 yılında mezun oldu. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde 2005 yılında Yüksek Lisansını tamamladı. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde 2005-2006 bahar döneminde doktora eğitimine başladı.