

İnsan Trakeobronşial Ağacının Her İki Cinsiyetin Farklı Yaş Gruplarında Ct ile Morfometrik Çalışması

Işık TUNCER*

Özet: Trakeal çapların (transverse ve anteroposterior), ana bronşların ve lobar bronşların uzunluklarının CT taramasıyla ölçülmesi. Klinik değişkenlerle, trakeobronşial ağaç CT taraması ölçümleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek. Uygun ölçülerde double lümen tüp seçimine yardım etmek. Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anatomi ve Radyoloji Anabilim Dalı bünyesinde gerçekleştirilmiştir. 150 birey üzerinde (28'i 40 yaşından küçük, 122'si 40 yaşından büyük) uygulandı. Trachea length (TU), diameter, (anteroposterior, transverse) (TAPÇ, TTRÇ), right main bronchus (RMB), Left main bronchus (LMB), right upper lobe bronchus (RUB), middle lobe bronchus (MLB), right lower lobe bronchus (RLB), left upper lobe bronchus (LUB) ve left lower lobe bronchus uzunlukları ölçüldü. Parametrelerin yaş ve cinsiyete göre ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Tüm parametreler ve yaş arasında önemli bir korelasyon vardı. TAPÇ, MLBU, RLBU hariç, bütün değerler 40 yaş üstü bireylerde fazla bulunmuştur. Bütün parametrelerle cinsiyet arasında da korelasyon gözlenmiştir ($p < 0.05$). Bütün değerler erkeklerde fazla bulunmuştur. İnsan TBA'da işaretli bir dimorfizm vardır. Yetişkin TBA'nın in vivo varyasyonları standart tanımlamalardakinden daha büyüktür. Bu bilgi göğüs CT taramalarını yorumlamada ve respiratuar ölü boşluğu hesaplamada değerli olabilir.

Anahtar Kelimeler: Trakeobronşial ağaç, morphometry, adult, CT.

A Morphometric Study of Human Tracheobronchial Tree in Different Age Groups in Both Sexes Using Computed Tomography

Abstract: Performing measurements of tracheal diameters (transverse and anteroposterior) main bronchuses and lobar bronchuses length with CT scan. Evaluation of the relationship between clinical variables and CT scan measurements of the TBT. Aiding the selection of a double lumen tube of proper size. This study was conducted in the Anatomy and Radiology Department of Meram Faculty of Medicine, Necmettin Erbakan University. It has been performed on 150 individuals (28 of them younger than 40 and 122 of them older than 40). Trachea length (TU), diameter, (anteroposterior, transverse) (TAPD, TTRD), the length of right main bronchus (RMB), Left main bronchus (LMB), right upper lobe bronchus (RUB), middle lobe bronchus (MLB), right lower lobe bronchus (RLB), left upper lobe bronchus (LUB) and left lower lobe bronchus have been measured. Means and standard deviations of the parameters with respect to gender and age have been calculated. A significant correlation was seen between all parameters and age. All values except TAPD, MLBL, RLBL have been found higher on male individuals. There were also observed between sex for any of the parameters ($p < 0.05$). All parameters have been found older than 40. There is marked sexual dimorphism in the morphometry of the human TBT. The variation in adult TBT in vivo is greater than in standard descriptions. These data may be valuable when interpreting chest CT scans and when calculating respiratory dead space.

Key Words: Tracheobronchial tree, morphometry, adult, CT.

* Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, ituncer42@gmail.com

GİRİŞ

Trakea merkezde konumlanmış, yumuşak yapılı yüzeyel pozisyonda, iyi korunan orta mediastinumda, larinksden aşağı doğru uzanan kıkırdak yapılı içi boş tekil bir organdır (Chunder, ark., 2010; Spencer, ark., 1999). Trakea C6 vertebra seviyesinde krikoid kıkırdağın alt sınırından, T5 vertebranın üst sınırına kadar, sağ ve sol akciğerler giden ana bronşlara ayrılan dek uzanır (Standing, ark., 2005).

Farklı açılarda, farklı uzunluklara rastlanmaktadır. Transverse, antero-posterior çaplar, trakea lumeninin, ana bronşların en-derinlik oranı, subcranial açılar, hem aynı yaş gruplarında, hem de farklı yaş gruplarında cinsiyete göre farklılaşmaktadır (Jit and Jit, 2000). Salt antropometriden ziyade morfometrik varyasyonlar üzerine yapılan bu çalışmalar, klinisyenlerin bazı pulmoner hastalıkların etiyojisini anlamaları açısından büyük önem arz eder. Esasen lumenin uzunluğu ve en-derinlik oranlarındaki varyasyonlar dahil olmak üzere alt solunum yollarının şekli günümüzde kronik bronşit ve amfizem gibi hastalıklara zemin hazırlayan bir faktör olarak nitelendirilmektedir (Hasleton,1996).

Hava yolları lumenlerinde dilatasyon ve hava yolu duvarının kalınlaşması gibi durumların sebepleri olarak kronik akciğer hastalığı, astım, kistik fibrozis veya bronşiyolitis obliterans bulunabiliyor (Achenbach, ark., 2012; Couraud, ark., 1990;Hasegawa, ark., 2009; Siddiqui, ark., 2009). Akciğer nakli gibi teröpatik koşullarda bu değişiklikler enfeksiyonel hastalıkları immunojen hastalıklardan ayırmaya yarayabilir (Ng, ark., 2009; Worthy, ark., 1997). Klinik rutinde radyolojik uygulamalar bir takım subjektif değerlendirmeleri veya manuel ölçümleri içerir. Fakat hava yollarının morfolojik yapısının otomatik veya yarı-otomatik bir sistemle değerlendirilmesi üzerine makaleler literatürde bulunmaktadır (Nakano, ark., 2002; Tschirren ark., 2005; Montoudon, ark., 2007). Hava yollarının değerlendirmesi için kullanılan sistemler piyasada bulunsa da in vivo ölçümlerin hassasiyeti tam olarak bilinmemektedir. Önceki çalışmalarda kullandığımız yöntemin hassasiyetini gösterdik. Özellikle standard yöntemleri kullanılarak yapılan ölçümlerde duvar kalınlığının 1 mm'nin altında olduğu ve bulanıklıktan dolayı daha yüksek ölçüm elde edildiği gözlemlenmiştir (Dougherty and Newman, 1999), aynı zamanda antropometrik fantom kullanılarak (Weinheimer, ark., 2008). Birkaç çalışma grubu, çoğunlukla antropometrik fantomu hem daha çok ve hemde daha az kullanarak onların teknikleriyle gösterdiler (Kim, ark., and Kim, ark., 2008). Hava yolu ve akciğer parankimasi arasındaki katman bir fantom çalışmasında gösterilmemiştir. Yalnızca bir araştırmada elde edilen sonuçlar patolojik numunelerle kıyaslandı (King, ark., 2000). Fakat uygulamalı değerlendirmede bulanıklık gözardı edildi. Akciğer fiksasyonu da formalin buharıyla yapılmıştı. Bu metodun yoğunluğu değiştirdiği (Rau, ark., 1980; Rau ark., 1980) aynı zamanda bronş epitelinde bozulmalara yol açtığı bilinmektedir (Satoh ark., 1997).

Hava yollarını onarmak larinks ve trakea estetik cerrahisinde bir hedeftir. Onarımdan önce ve sonra ölçüm yapılması gerekir. Günümüzde, hava yolu boyutları muayeneyi yapanın tahminiyle saptanmaktadır. Hava yolu ölçümleri, normal proksimal veya distal trakea boyutlarını stenosis kısmıyla karşılaştırıp yüzdesi alınarak (Strande, ark., 1996) diğer bir uygulamada eğim veya kesit ile ele almaktır; (April and Marsh, 1993; Triglia, ark., 1991; Cotton and O Connor, 1992; Ochi, ark., 1992), her ikisinde de ölçümler zaman ve büyümeye (Zalzal, ark., 1990), ya da muayene edene göre değişmektedir. Fiberoptik endoskopla alınan görüntüler bozulmaktadır (Doolin and Strande, 1995).Daha önce yapılan çalışmalar, görüntüdeki bozulmaların eksantrik ya da görüntünün periferinde olduğunu göstermiştir. Görüntü büyüdükçe bozulma artmaktadır (Doolin and Strande, 1995). TBA hastalıklarını ve cerrahi operasyon sonuçlarını değerlendirme çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Bu yöntemler arasında klinik bulgular (Narcy, ark., 1990; Silver, ark., 1991), fonksiyonel çalışmalar (Zalzal, ark., 1990; Richardson and

Cotton, 1985; Ruggins and Milner), radyografik yöntemler (Brody, ark., 1991) ve endoskopi yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı geniş bir popülasyonda TBA boyutlarını, bilhassa trakeanın, sağ ve sol ana bronş ve lobar bronşlarının morfometrisini çok düzlemlı CT taramasıyla yapılandırarak tanımlamak ve klinik değişkenlerle CT taramasıyla elde edilen TBA ölçümleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, 2016 yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında yapılmıştır. Çalışma 150 kişi üzerinde yapılmıştır (81 erkek, 69 kadın). Ailelerin yazılı olarak rızası alınmış ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayı çalışmaya başlarken edinilmiştir. İlk önce bir çalışma formu hazırlandı. Hastayla ilgili (yaş, cinsiyet, sigara vs.) kişisel bilgiler alındı. Tüm bireyler 40 yaş altı ve üstü olmak üzere iki gruba ayrıldı. Bilgiler, her denek için hazırlanan forma yazıldı. Daha sonra bu formlar toplandı.

Elde edilen bilgiler ve bulgular bilgisayar ortamına aktararak SPSS 10 programı ile istatistik değerlendirmesi yapıldı. Veriler, ortalama SS ifade edildi ve student testi yapıldı. $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilirken, cinsiyet (erkek, dişi) ve yaş karşılaştırmaları yapılarak elde edilen bulgular tablolar halinde gösterildi. Ölçümler arası ilişkiyi değerlendirmek için pearson korelasyon testi yapıldı.

BULGULAR

Çalışmadan elde edilen veriler TBA antropometrisi açısından değerlendirildi. Toplam 150 adet (81'e erkek, 69'u kadın) TBA incelendi. TBA çap ve uzunlukları görüntüleme cihazı olan CT ile ölçüldü. TBA'ın ölçümleri istatistiksel olarak değerlendirildi. Elde edilen değerler Tablo 1, Tablo2 ve Tablo 3halinde gösterildi.

Bulgularımızla, cinsiyet arasında anlamlı bir fark bulundu ($p<0.05$) (Tablo 1). Bütün değerler erkeklerde fazla bulunmuştur. Yaşa göre de istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 2).TAPÇ ve RLBU hariç bütün değerler 40 yaş üstü bireylerde daha fazla bulunmuştur. Parametreler arası ilişki pearson korelasyon testi ile değerlendirildi. Elde edilen bulgular Tablo 3'te gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Trakeanın uzunluk, antero-posterior (AP) ve transverse (TR) çapları çalışmadan çalışmaya değişmektedir. Ancak Engel (1962) şu ölçümleri önermiştir:

Yaş	Ortalama uzunluk (cm)	Ortalama AP Çapı (mm)	Ortalama TR Çapı (mm)
0-1 ay	3.8	5.7	6.0
1-3 ay	4.0	6.5	6.8
3-6 ay	4.2	7.6	7.2
6-12 ay	4.3	7.0	7.8
1-2 yıl	4.5	9.4	8.8
2-3 yıl	5.0	10.8	9.4
3-4 yıl	5.3	9.1	11.2
6-8 yıl	5.7	10.4	11.0
10-12 yıl	6.3	9.3	12.4
14-16 yıl	7.2	13.7	13.5
Yetişkinler	9.15	16.5	14.4

Çalışmada trakeanın uzunluğu yetişkinlerde 11.2 cm'yi geçmemiştir. Trakea uzunluğunun gençlerde daha fazla değişiklik gösterdiğini belirten Croteau ve arkadaşları (1961) tarafından da kadınlarda ve erkeklerde trakea uzunluğunun 0-15 yaştan 15 -25 yaşa doğru arttığı ifade edilmiştir. Nedeni de bu çağların büyüme çağları olması olabilir. 41-55 yaştan 55 yaşa doğru ve üzerinde hem kadınlarda hem de erkeklerde trakea uzunluğunda küçük bir azalma olmuştur; neden olarak bu yaş gruplarında daha fazla fibröz doku oluşması gösterilebilir.

Bu araştırma sadece trakea volümleri hakkında yeni ve hassas veri sağlamakla kalmamıştır; aynı zamanda, önceki araştırmaların aksine trakea boyutları canlı bireylerden kontrollü koşullar altında yüksek çözünürlük görüntülemesiyle edinilmiştir. Bu bulgular, özellikle trakea ölü boşluğu hacmi göz önüne alındığında solunum yolları hekimleri, anestezi uzmanları, fizyologlar için potansiyel olarak önemlidir. Ayrıca trakea açısının normal varyasyonlarını belirlemeleri bakımından radyologlar için de değerlidir. Omurgadaki eğim bozuklukları, bazen subcarinal lenfadenopatinin radyolojik göstergesi, sol atriyal genişleme ya da perikardiyal effüzyon olarak değerlendirilir (Kamel, ark., 2009; Chen ark., 1982; Murray ark., 1995).

Bizim bulgularımız anatomik referans metinlerinin revizyondan geçebileceğini önerir. Örneğin Gray's Anatomy (Standring ark.)nın 2008 baskısı, trakeanın 10-11 cm uzunluğunda olduğunu ve 16-20 kıkırdaktan oluştuğunu ve yetişkinlerde de in vivo olarak lumen transverse çapının 12 mm olduğunu ifade eder. Kamel ve arkadaşları (2009)nın çalışmasında ise bu değerler; 8-12 cm uzunlukta 14-20 kıkırdaktan oluştuğu ve ortalama lumen transverse çapının erkeklerde 21 mm ve kadınlarda 18 mm olmasıdır.

Kamel ve arkadaşlarının (2009) sonuçlarının önceki çalışmalarla kıyaslanması; Önceleri trakea morfometrisi ile ilgili çalışmalarda iki metod kullanılmıştır. İlk önce ölçümler kadavra üzerinde yapılmıştır. Jesseph ve Merendino (1957) kadavra trakeasının dış transverse çapını proksimalden çatala kadar; erkek ve kadın bireylerde 22 cm ve 17 cm olarak ölçtüler. İkinci olarak, radyograf çalışmaları referans metinlere alınmıştır. Breatnach ve arkadaşları (1984) internal AP ve TR trakea çaplarını postero-anterior ve göğüs lateral radyograflarında maksimum inspirasyonda aort kavisinin 2 cm üzerinden ölçmüşlerdir. Bu ölçüler, erkeklerde kadınlardan kayda değer ölçüde daha büyüktür. Trakea çapı ile vücut ağırlığı ve boy uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Standring ve arkadaşları (2008) trakeanın dıştan transvers çapını yetişkin erkeklerde 2 cm ve yetişkin kadınlarda 1.5 cm olarak ölçmüşlerdir. İçten transvers çapı yani lumeni ise, canlı yetişkinlerde 12 mm olarak ölçülmüştür; sebebi olarak ölümden sonra bu çapın, düz kaslardaki gevşemeye bağlı olarak artmasıdır. Chunder ve arkadaşları (2010) sırasıyla yetişkin erkeklerde ve yetişkin kadınlarda trakeanın üst bölümünün dıştan transverse çapını; ortalama 2.03 cm, 1.6 cm ve trakeanın alt kısmında bu değer ortalama 2.02 cm, 1.6 cm olarak ölçdüler. Trakeanın üst kısmının içten transverse çapı ise yetişkin erkeklerde ve yetişkin kadınlarda sırasıyla 1.24 cm, 1.22 cm, alt kısmının ise 1.2 cm, 1.1 cm olarak ölçmüşlerdir.

Trakea morfometrisinde kullanılan bir diğer metot ise CT olmuştur. İmajların x-ray ışınlarıyla büyütülmediği ve bu teknikte standardizasyonun daha kolay olduğu ifade edilmektedir. Bu teknikte taramalar birçok düzlemde görülebilir. Fakat trakea morfometrisi için CT taramasını ancak birkaç araştırmacı kullanmıştır. Griscom (1982,1986) çocuklarda ve ergenlerde trakea boyutlarını inceledi ve trakea ölçümlerinin erkeklerde ve kızlarda aynı olduğunu ve puberte dönemi ile farklılıkların başladığını gösterdi.

Kamel ve arkadaşlarının (2009) çalışmalarının aksine bunlar yüksek çözünürlüklü taramalar değildi. Trakea uzunluğu larinksin ses tellerinin altındaki bir kısmı da dahil edilerek fazla ölçüldü. Trakeanın arka kısmındaki angulasyon kısmı tahmini bir düzeltme katsayısı kullanılarak telafi edildi ve karinanın üst kısmındaki trakea nın kısa kısmı ortalama transverse çapı hesabına dahil edilmedi. Bir başka CT çalışmasında trakea veya mediastinum anomalisine sahip olmayan 50 yetişkin birey üzerinde yapıldı; fakat bu bireylerden sadece 10'unda trakeanın tam uzunluğu görüntülenebilmişti ve anlamlı bir morfometrik bilgi elde edilemedi.(Gamsu and Webb, 1982; Chow, ark., 1999).

Standring ve arkadaşları (2008) sağ ve sol ana bronşların ortalama uzunluklarını 2.5 cm ve 5.5 cm olarak ölçtüler. Bizim çalışmamızdaki sonuçlarla uyuşmaktadır. Standring ve arkadaşları (3) sağ ana bronşun koronal çapını erkeklerde 17 ± 4 mm ve kadınlarda 15 ± 4 mm olduğunu belirtmiştir; sol taraftaki boyutları 2-3 mm daha azdır.

Sağ ve sol ana bronşların en derinlik oranları düşünüldüğünde cinsiyet ve yaşa göre oranların değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Trakeanın ve ana bronşların uzunluk ve çapları, farklı yaş grupları ve farklı cinsiyetlerde doğru bronkoskop seçimi açısından hassas ölçülmelidir. Bundan dolayı burada elde edilen bulgular bronkoskopistlerin tanı ve tedavi aşamalarında istenmeyen komplikasyonlar olmaksızın doğru adımlar atmalarında yarar sağlayacaktır.

TBA boyutlarını ilk kez kadavra analiziyle yapan Jesseph ve Merendino (1957)'dan beri, farklı araştırmacılar kadavralarda sol ana bronş boyutlarını göğüs radyograflarında veya CT taramalarında tanımladılar. Göğüs radyograflarından ve CT taramalarından elde edilen ölçümler, Chow ve arkadaşlarının (1999) Asya popülasyonundan elde edilerek belirttikleri haricinde, Jesseph ve Merendino nun bulgularıyla uyuşmaktaydı.Kadavralarda değerler kabaca % 15 daha az bulunmuştu. Bu durum Seymour (2003) tarafından da değerlendirilmiştir.TBA temelde pasif bir yapıdır ve hareketsiz boyutu, kusurlu kırıldak halkaları, etrafındaki yapıların baskısı ve respirasyon fazı gibi bir dizi fonksiyondan etkilenmiştir. Seymour (2003) aynı zamanda, sol ana bronşun neredeyse her zaman uniform bir çapa sahip olduğunu, sol ana bronşun halkasal olmadığını ve kadavrada yapılan bu gözlemin çalışmalarında teyit edilmediğini belirtmiştir. Sol ana bronşun sıklıkla transversal olarak oval olduğunu ve sol ana bronş çapının antero-posteriorda sağ ana bronş çapından daha büyük olduğunu da belirtmiştir

Kalache ve arkadaşları (1999) yaptıkları deneysel bir çalışmada ultrasonla yapılan trakea ölçümlerinin anatomik ölçülerden daha küçük olduğunu göstermiştir. Onların çalışmalarına göre, ölçülen larinks çapı dış krikoid çapa karşılık gelmektedir ve endoluminal çapla uyuşmamaktadır.

SONUÇ

Araştırmada her iki cinsiyet için trakeanın ve sağ ve sol ana bronşların boyutlarında, subcarinal açıda ve bronşların açısında farklı yaş gruplarında olduğu kadar aynı yaş gruplarında da geniş varyasyonlar olduğu kaydedilmiştir. Bu morfometrik varyasyonlardan edinilen bilgi klinikçilerin solunum yolları hastalıklarının etyolojisini anlamalarında yararlı olacaktır. Aynı şekilde rezeksiyon ve TBA onarımı ile ilgilenen cerrahlar içinde önemlidir. Bu bilgi potansiyel olarak pulmoner fizyolojisi ve anesteziyoloji alanlarında, endotrakeal intübasyon ve bronkoskopik prosedürlerde hem tanı aşamasında hem de terapi durumlarında rahatlıkla kullanılabilir.

REFERANSLAR

- Achenbach, T., Weinheimer, O., Brochhausen, C., Hollemann, D., Baumbach, B., Scholz, A., Düber, C. (2012). Accuracy of automatic airway morphometry in computed tomography-correlation of radiological-pathological findings. *European journal of Radiology*, 81, 183-188.
- April, M.M., March, B.R. (1993). Laryngotracheal reconstruction of subglottic stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 102, 176-81.
- Breatnach, E., Abbott, G.C., Fraser, R.G. (1984). Dimensions of the normal human trachea. *AJR Am J Roentgenol*, 142, 903-906.
- Brody A.S., Kuhn, J.P., Seidel, F.G., Brodsky, L. (1991). Airway evaluation in children with use of ultrafast. CT: pitfalls and recommendations. *Radiology*, 178, 181-4.
- Cauraud, L., Moreau, J.M., Velly J.F. (1990). The growth of circumferential scores of the major airways from infancy to adulthood. *Eur J Cardiothorac Surg*, 4, 521-6.
- Chen, J.T., Putman, C.E., Hedlund, L.W., Dahmash, N.S., Roberts, L. (1982). Widening of the subcarinal angle by pericardial effusion. *AJR Am J Roentgenol*, 139, 883-887.
- Chow, M.Y., Liam, B.L., Thng, C.H., Chang, B.K. (1999). Predicting the sizes of a double-lumen endobronchial tube using computed tomographic scan measurements of the left main bronchus diameter. *Anesth Analg*, 88, 302-305.
- Chunder, R., Nandi, S., Guha, R. and Satyanara N. (2010). Anthropometric study of human trachea and principal bronchi in different age groups in both sexes and its clinical implications. *Nepal Med Coll*, 12-4, 207-214.
- Cotton, R.T., O'Connor, D.M. (1992). Evaluation of the airway for laryngotracheal reconstruction. *Int Anesthesiol Clin*, 30, 93-8.
- Croteau, J.R., Cook, C.D. (1961). Volume-pressure and length-tension measurements in human trachea and bronchial segment. *J Appl Physiol*, 16, 170-2.
- Doolin, E.J., Strande, L. (1995). Calibration of endoscopic images. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 19-23.
- Dougerty, G., Newman, D. (1999). Measurement of thickness and density of thin structures by computed tomography: a simulation study. *Medical physics*, 26-7, 1341-8.
- Engel, S. (1962). *Lung Structure. In child's lung*. Thomas, C.C. (edr), Springfield, USA. 6-9.

- Gamsu, G., Webb, W.R. (1982). Computed Tomography of the trachea: Normal and abnormal. *AJR Am J Roentgenol*, 139, 321-326.
- Gricsom, N.T. (1982). Computed tomographic determination of tracheal dimensions in children and adolescents. *Radiology*, 145, 364.
- Griscom, N.T., Wohl, M.E. (1986). Dimensions of the growing trachea related to age and gender. *AJR Am J Roentgenol*, 146, 233-237.
- Grydeland, T.B., Dirksen, A., Coxon, H.O. et al. (2009). Quantitative CT: emphysema and airway wall thickness by gender, age and smoking. *Eur Res Pir J*, 34, 858-65.
- Hasegawa, M., Makita, H., Nasuhara, Y., et al. (2009). Relationship between improved airflow limitation and changes in airway caliber induced by inhaled anticholinergic agents in COPD. *Thorax*, 64-4, 332-8.
- Hasleton, P.S. (1996). *Spencer's pathology of the lung*. In Anatomy of the lung. Hasleton PS and Curry A. (eds). 5th edition. Vol. 1. Mc Graw-Hill; 6-7.
- Jesseph, J.E., Merendino, K.A. (1957). The dimensional interrelationships of the major components of the human tracheobronchial tree. *Surg Gynecol Obstet*, 105, 201-214.
- Jit, H., Jit, I. (2000). Dimensions and shape of the trachea in the neonates, children and adults in northwest India. *Indian J Med Res*, 112, 27-33.
- Kalache, K.O., Franz, M., Chaoui, R., Balmen, R. (1999). Ultrasound measurements of the diameter of the fetal trachea, larynx and pharynx throughout gestation and applicability to prenatal diagnosis of obstructive anomalies of the upper respiratory digestive tract. *Prenatal Diagn*, 19, 211-218.
- Kamel, K.S., Lau, G., Stringer, M.D. (2009). In vivo and In vitro morphometry of the human trachea. *Clinical Anatomy*, 22, 571-579.
- Kim, N., Sea, J.B., Sang, K.S., Chae, E.J., Kong, S.H. (2008). Semi-automatic measurement of the airway dimension by computed tomography using the full with-half maximum method: a study on the measurement accuracy according to the CT parameters and size of the airway. *Korean J Radiol*, 9-3, 226-35.
- Kim, N., Seo, J.B., Sang, K.S., Chae, E.J., Kong S.H. (2008). Semi-automatic measurement of the airway dimension by computed tomography using the full-with-half maximum method: a study of the measurement accuracy according to the orientation of an artificial airway. *Korean J Radiol*, 9-3, 226-42.
- King, G.G., Müller, N.U., Whittal, K.P., Xiong, Q.S., Pare, P.D. (2000). An analysis algorithm for measuring airway lumen and wall areas from high-resolution computed tomographic data. *Am J Respir Crit Care Med*, 1612-1, 574-80.
- Montoudan, M., Berger, P., Cangini-Sacher, A., et al. (2007). Bronchial measurement with tree dimensional quantitative thin-section CT in patients with cystic fibrosis. *Radiology*, 242-2, 573-81.
- Murray, J.G., Brown, A.L., Anagnostou, E.A., Senior, R. (1995). Widening of the tracheal bifurcation on chest radiographs: Value as a sign of left atrial enlargement. *AJR Am J Roentgenol*, 164, 1089-1092.
- Nakano, Y., Müller, N.L., King, G.G., et al. (2002). Quantitative assessment of airway remodeling using high-resolution CT. *Chest*, 1226, 2715-58.
- Narcy, P., Contencin, P., Fligny, I., François, M. (1990). Surgical treatment for laryngotracheal stenosis in the pediatric patient. *Arc Otolaryngol Head Neck Surg*, 116, 1047-50.

- Ng, Y.L., Paul, N., Patsias, D., et al. (2009). Imaging of lung transplantations review. *AJR*, 1923 (Supp. S1-13).
- Ochi, J.W., Evans, J.N.G., Bailey, C.M. (1992). Pediatric airway reconstruction at Great Ormand Street: a ten-year review. I. Laryngotracheoplasty and laryngotracheal reconstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 101, 465-8.
- Rau, W.S., Haustein, K., Volk, P., Mittermayer, C. (1980). Investigation of radiologic lung fine structure by freezing of inflated specimens in liquid nitrogen (author's trans). *J. RoFo*, 133-4, 400-5.
- Rau, W.S., Mettermayer, C. (1980). Volume controlled fixation of the lung by formalin vapor. (author's transl) *J RoFo*, 133-4, 233-9.
- Richardson, M.A., Cotton, R.T. (1985). Anatomic abnormalities of the pediatric airway. *Ear Nose Throat*, 64, 47-60.
- Ruggins, N.R., Milner, A.D. (1993). Site of upper airway obstruction in infants following an acute life threatening event. *Pediatrics*, 91, 595-601.
- Satch, K., Kobayashi, T., Ohkawa, M., Tanabe, M. (1997). Preparation of human whole lungs inflated and fixed for radiologic-pathologic correlation. *Acad Radiol*, 45, 374-9.
- Seymour, A.H. (2003). The relationship between the diameters of the adult cricoid ring and main tracheobronchial tree: a cadaver study to investigate the basis for double-lumen tube selection. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 17, 299-301.
- Siddiqui, S., Gupta, S., Cruse, G., et al. (2009). Airway wall geometry in asthma and nonasthmatic eosinophilic bronchitis. *Allerg*, 64-6, 958-8.
- Silver, F.M., Myer, C.M., Cotton, R.T. (1991). Anterior cricoid split. Update 1991. *Am J Otolaryngol*, 12, 343-6.
- Spencer, S., Galloway, H. (1999). *Schwartz's principles of surgery*. In chest wall, pleura, lung and mediastinum. Rusch VW and Ginsberg RJ (eds). 7th edition. Churchill Livingstone. Edin. London: 764.
- Standing, S. (ed.) (2008). *Gray's Anatomy*. 40th Ed. Philadelphia: Churchill Livingstone. 1000-1005.
- Standing, S., Ellis, E., Healy, J.C., Johnson, D., Williams, A. (2005). *Gray's Anatomy*. In Thorax. Johnson D. (edr), 39th edition, Churchill Livingstone, Edin. Lon. Phil 1063-82.
- Strande, L., Santos, M.C., Doolin, E.J. (1996). Airway measurement using morphometric analysis. *Ann otol Rhinol Laryngol*, 104, 835-838.
- Triglia, J.M., Guys, J.M., Delarue, A., Carcassonne, M. (1991). Management of pediatric laryngotracheal stenosis. *J Pediatr Surg*, 26, 651-4.
- Tschirren, J., Hoffman, E.A., McLennan, G., Sanka, M. (2005). Segmentation and quantitative analysis of intrathoracic airway trees from computed tomography images. *Proc Am Thorac Soc*, 2-6, 503-4.
- Weinheimer, O., Achenbach, T., Bletz, C., Duber, C., Kavczar, H.U., Heussel, C.P. (2008). About objective 3-d analysis of airway geometry in computerized tomography. *IEEE Trans Med Imaging*, 27-1, 64-74.
- Worthy, S.A., Flint J.D., Müller, N.L. (1997). Pulmonary complications after bone marrow transplantation-high-resolution CT and pathologic findings. *Radiographics*, 17-6, 1359-71.
- Zalzal, G.H., Thomsen, J.R., Chaney, H.R., Derkey, C. (1990). Pulmonary parameters in children after laryngotracheal reconstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 99, 386-9.

Tablo 1: TBA'ın yapılan ölçümlerinin cinsiyetle ilişkisi (erkek, dişi) (ort ± SS, n = 150)

Parametre	E ort ± ss	K ort ± ss	t	DF	P
Yaş	52.59 ± 18.49	55.84 ± 16.21	1.13	150	0.258
TU	14.24 ± 4.14	12.26 ± 1.88	3.67	150	0.000
TAPÇ	19.88 ± 3.81	15.55 ± 2.79	7.82	150	< 0.001
TTRÇ	18.55 ± 3.08	14.94 ± 2.43	7.87	150	< 0.001
RMBU	12.38 ± 3.36	10.15 ± 2.49	4.53	150	< 0.001
LMBU	11.38 ± 2.79	8.71 ± 8.71	6.62	150	< 0.001
RUBU	5.76 ± 1.25	5.38 ± 1.09	1.96	150	0.051
MLBU	6.09 ± 6.09	5.85 ± 5.85	1.10	150	0.275
RLBU	5.59 ± 1.24	5.58 ± 1.55	0.02	150	0.984
LUBU	7.32 ± 1.82	6.01 ± 1.29	4.95	150	< 0.001
LLBU	6.39 ± 1.45	5.83 ± 1.38	2.38	150	0.018

Tablo 2: TBA'ın ölçülen parametrelerinin yaşa göre karşılaştırılması (40 >, 40 <) (cm)

Parametre	40 yaş altı	40 yaş üstü	t	DF	P
Yaş	29.28 ± 10.09	59.77 ± 13.39	11.32	150	< 0.001
TU	12.82 ± 2.73	13.45 ± 3.58	0.87	150	0.38
TAPÇ	18.17 ± 4.72	17.82 ± 3.85	0.42	150	0.67
TTRÇ	15.71 ± 4.30	17.16 ± 3.01	2.1	150	0.037
RMBU	10.39 ± 3.73	11.58 ± 3.02	1.79	150	0.074
LMBU	9.71 ± 3.13	10.25 ± 2.71	0.92	150	0.358
RUBU	5.53 ± 1.37	5.60 ± 1.15	0.27	150	0.788
MLBU	6.00 ± 1.72	5.98 ± 1.27	0.06	150	0.954
RLBU	5.60 ± 1.31	5.58 ± 1.41	0.07	150	0.944
LUBU	6.57 ± 1.54	6.76 ± 1.77	0.52	150	0.603
LLBU	5.85 ± 1.48	6.20 ± 1.43	1.15	150	0.250

Tablo 3: TBA antropometric ölçümleri arasında Korelasyon Katsayısı (r)

	Yaş	TU	TAPÇ	TTRÇ	RMBU	LMBU	LUBU	LLBU	RUBU	MLBU	RLBU
Yaş											
TU	0.061										
TAPÇ	0.094	0.157									
TTRÇ	0.228*	0.339*	0.638*								
RMBU	0.114	0.463*	0.260*	0.384*							
LMBU	0.059	0.396*	0.280*	0.486	0.581*						
LUBU	0.115	0.392*	0.324*	0.419*	0.488*	0.568*					
LLBU	0.098	0.074	0.206*	0.207*	0.250*	0.327	0.423*				
RUBU	0.113	0.133	0.285*	0.265*	0.305*	0.292*	0.376*	0.275			
MLBU	-0.012	0.296*	0.191*	0.182*	0.187*	0.133	0.270*	0.257*	0.286*		
RLBU	0.009	0.031	0.199*	0.060	0.051	0.017	0.208*	0.284*	0.324*	0.353	

