

BÖBREK HÜCRELİ KARSİNOM HASTALARINDA TÜMÖR HACİM VE HACİM ORANLARININ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÜZERİNDE CAVALİERİ METODU KULLANARAK HESAPLANMASI

(Estimation of the Tumor Volume and Volume Ratio on Computed Tomography in
Patients with Renal Cell Carcinoma)

Hilmi Özden*, Şahin Kabay**, Murat Binbay***, Ahmet Hamdi Tefekli****,
Eyüp Gülbandılar*****, Ahmet Yaser Müslümanoğlu*****

Özet

Giriş: Anatomik yapıların ve lezyonların hacmi, tanı ve tedavinin değerlendirilmesinde faydalar sağlamakla birlikte daha önce tanımlanmış tekniklerin uygulamasında yaşanan zorluklar nedeniyle pratikte nadir olarak kullanılmaktadır. Cavalieri yöntemi ise diğer hacim hesaplama yöntemlerinden daha kısa sürer ve uygulaması kolaydır. Bu çalışmada böbrek hücreli karsinom olgularının tümör hacim ve hacim oranı BT üzerinde Cavalieri yöntemi kullanılarak hesaplandı ve bu hacim değerleri hastalığın evresine göre karşılaştırıldı.

Gereç ve Yöntem: Kliniğimizde tanı alan 51 böbrek tümörlü olgu incelendi. Her bir düzlem için kesit kalınlıkları eşit olarak 10 mm olarak alındı. Bölge düzlemlerinin yüzey alanlarını hesaplamak için noktalı alan ölçüm cetveli kullanıldı. Nokta başına gösterilen alan, film kesitlerin küçültme oranı ile doğrulandı. Hesaplamalar Cavalieri yöntemine göre yapıldı.

Bulgular: Ortalama tümör hacmi $356.08 \pm 343.37 \text{ cm}^3$ olarak saptandı. Evrelere göre karşılaştırıldığına, ortalama tümör hacmi Evre T1'de $125.52 \pm 102.18 \text{ cm}^3$, Evre T2'de $346.25 \pm 112.55 \text{ cm}^3$, Evre T3'de ise $694.88 \pm 405.46 \text{ cm}^3$ olarak bulundu. Hacimler karşılaştırıldığında Evre T1 ile Evre T2 arasında ($p < 0.001$), Evre T2 ile Evre T3 arasında ($p < 0.001$) anlamlı fark elde edildi. Evre T1'de ortalama tümör hacim oranı $\%28.44 \pm \%14.37$, Evre T2'de $\%55.42 \pm \%12.73$, Evre T3'de $\%72.48 \pm \%17.15$ olarak elde edildi ancak istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0.05$).

Sonuç: Cavalieri hacim hesaplama yöntemi standart BT görüntülerine uygulanarak böbrek tümör hacmi hesaplanabilir. Metot hızlı, güvenli ve ucuzdur.

Anahtar kelimeler: Cavalieri Yöntemi, Hacim Hesaplama, Stereoloji, Bilgisayarlı Tomografi, Böbrek Tümörü

Summary

Introduction: Renal cell carcinoma (RCC), which accounts for 3% of all adult malignancies, is the most lethal carcinoma of the urologic cancers. The only effective curative treatment is radical surgery that is performed in an early stage. Tumor stage is the most important prognostic factor that consists of tumor size and invasion. Although anatomic structure and lesion volumes are useful for diagnosis and management decision but they are not practically appropriate as previous techniques. On the other

hand, Cavalieri principle is much easier in practice and often takes less time on summing. High accuracy rates are obtained in volume measurement with lesions of complex shape. The aim of this study was to investigate the use of stereological method for estimation of RCC volume on computed tomography images and compare these volumes with the tumor stage.

Material and method: The study involved 51 patients with renal cell carcinoma (RCC) who underwent to radical nephrectomy in our clinic. The patients were evaluated by intravenous pyelography (IVP), color Doppler duplex ultrasonography and computed tomography. Slice thickness were 10 mm on every section. A square grid test system with $d=0.4, 0.15$ and 0.15 cm between test points i.e. $0.16, 0.0225$ and 0.0225 cm² representing area per point were used to estimate the sectioned surface area. The representing area per point in the grid was corrected with the reduction ratio of printed sections. The volume of the entire RCC was estimated by the formula of Cavalieri's principles. Clinical staging was performed according to 1997 TNM classification.

Results: The study involved 51 patients, of these 35 (68.6%) were male and 16 were (31.4%) female. 23 patients were in stage T1 (45.1%), 12 were in stage T2 (23.5%), 16 were in stage T3 (31.4%). Estimated tumor volume on stage T1 was 125.52 ± 102.18 cm³, on stage T2 346.25 ± 112.55 cm³ on stage T3 694.88 ± 405.46 cm³. When we compared the volume ratios between the stages, the differences were statistically significant between stage T1 and T2 ($p < 0.001$) and between stage T2 and T3 ($p < 0.001$). We found minimum 8.69% and maximum 97.15% mean value for volume ratios. On stage T1 mean volume ratio was $28.44\% \pm 14.37\%$ on stage T2 $55.42\% \pm 12.43\%$ and on stage T3 $72.48\% \pm 17.15\%$. There were obvious difference among the groups but these were not statistically significant ($p > 0.05$).

Conclusion: These volume estimation methods have been thoroughly studied on CT scans of complex model systems. We can estimate renal tumor volume by using Cavalieri's principle on CT sections. This method is inexpensive, safe and rapid, since point counting is carried out within a couple of minutes per RCC.

Key words: Cavalieri principle, Volume estimation, Computed tomography, Stereology, Renal tumors

- * Yrd. Doç. Dr., Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Anatomi Uzmanı
- ** Yrd. Doç. Dr., Mustafa Kalemli Tavşanlı Devlet Hastanesi Üroloji Kliniği, Üroloji Uzmanı
- *** Dr., Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği, Üroloji Asistanı
- **** Dr., Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği, Üroloji Uzmanı
- ***** Yrd. Doç., Dumlupınar Üniversitesi Kütahya Meslek Yüksekokulu, Biyofizik Uzmanı
- ***** Dr., Üroloji Doçenti, Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği, Klinik şefi

GİRİŞ

Böbrek hücreli karsinom (BHK) erişkinlerdeki tüm tümörlerin %3'ünü oluşturmaktadır (1). Sıklığı ultrasonografi (USG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi gelişmiş radyolojik tetkiklerin kullanılması ile birlikte artmaya başlamıştır (2). Ancak bu gelişmiş tanı yöntemlerine rağmen ilk tanı konulduğunda, hastaların üçte biri metastatik hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır (3). BHK erken radikal cerrahi sağlandığında iyi sonuçlar elde edilen bir tümördür. Bu nedenle hastalığın seyrini gösterebilecek çeşitli faktörlere ihtiyaç vardır. Genel olarak kabul edilen en önemli prognostik faktör hastalığın evresi diğer bir ifadeyle tümör boyut ve yayılım ölçüsüdür (4,5). TNM sisteminde yeri olan tümör boyutu, kolay tespit edilebilmesi ve objektif bir ölçüt olarak alınabilmesi nedeniyle prognostik faktör olarak kullanılmakta ve prognozda önemli olduğu bilinmektedir (5). Diğer taraftan anatomik yapıların ve lezyonların hacmi tanı ve tedavinin değerlendirilmesinde faydalar sağlamakla birlikte daha önce tanımlanmış tekniklerin zorluğu nedeniyle pratikte nadir olarak kullanılmaktadır (6,7). Stereolojik yöntemlerden en sık kullanılan hacim hesaplama yolu olan Cavalieri yöntemi ise diğer hacim hesaplama yöntemlerinden daha kısa sürer ve uygulaması kolaydır. Bu yöntemle, iki boyutlu görüntüler kullanarak üç boyutlu yapılarla ilgili kantitatif veriler sağlanmaktadır (8,9).

Bu çalışmanın amacı böbrek hücreli karsinomlu olgularda tümör hacim ve hacim oranlarının BT üzerinde kesin ve güvenilir bir metot olan Cavalieri yöntemi kullanılarak hesaplamak ve bu hacim değerlerini hastalığın evresine göre karşılaştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Kliniğimizde Ocak 1995-Mart 2004 tarihleri arasında tanı alan ve radikal nefrektomi yapılan 51 böbrek tümörlü olgu incelendi. Hastalar intravenöz pyelografi (IVP), renkli Doppler ultrasonografi ve BT ile değerlendirildi. Bütün taramalar Philips Tomoscan LX CT cihazı ile prone pozisyonda yapıldı. Tarama parametreleri kV=120, mAS=100 idi. Her bir düzlem için kesit kalınlıkları eşit olarak 10 mm idi. Her bir olgu için altı BT tarama seti elde edildi. Kesitlerin görüntüsü 8 x 6.4 cm² uzunluğundaki kare çerçeve film üzerine çıkarıldı. Bölge düzlemlerinin yüzey alanlarını hesaplamak için nokta başına alanı 0.16, 0.0225 ve 0.0225 cm² olan test noktaları arasında, noktalı alan ölçüm cetveli (kare grid test sistemi) (d=0.4, 0.15 ve 0.15 cm) kullanıldı. Noktalı alan ölçüm cetvelindeki nokta başına gösterilen alan, film kesitlerin küçültme oranı ile doğrulandı. Filimler sırasıyla bir ışık haznesine yerleştirildi ve her bir kesit serisi sayıldı. Saydam noktalı alan cetveli birleşik olarak ve görüntü çerçevesinin tamamını kaplayacak şekilde yapıldı. Tüm tümör hacim ve hacim yüzdeleri aşağıda anlatılan formüllere göre Microsoft Excel kullanılarak gerçekleştirildi. İlk düzeneğin ve formülün hazırlanmasından sonra her bir nokta sayımı eklendi ve veriler otomatik olarak elde edildi. Klinik evreleme 1997 yılı TNM sınıflamasına göre yapıldı. Kesit aralığı eşit alınmayan, farklı bir cihazla görüntülemesi yapılan ve metastatik olgular çalışmaya alınmadı.

Cavalieri Yöntemi İle Hacim Hesaplanması

Düzenli yada simetrik bir şekle sahip nesnelerin hacimleri aşağıdaki matematik formülü yardımı ile kolayca hesaplanır.

$V = t \times a$ (1) Formüldeki (V) nesnenin hacmini, (t) nesnenin yüksekliğini ve (a) ise nesnenin taban alanını tanımlar.

Düzensiz şekilli nesnelerin hacimlerini hesaplamak için değişik yöntemler geliştirilmiştir. Düzensiz bir şekle sahip nesnelerin hacmini hesaplamaya yarayacak bir yöntem Bonoventura Cavalieri tarafından geliştirilmiştir. Cavalieri, düzenli bir geometrik şekle sahip olmayan üç boyutlu nesnelerin hacimlerinin birbirine paralel dilimlere ayırarak hesaplanabileceğini ortaya koymuştur ^(10,11).

Cavalieri yöntemi, canlı organizmalarda ilgilenilen herhangi bir yapı ya da organın hacminin hesaplanması amacıyla son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmış bir yöntemdir. Bu yöntem ile önce hacmi hesaplanacak yapı eşit kalınlıkta ve paralel dilimlere ayrılır, her bir dilimin kesit yüzey alanı bulunup, kesit kalınlığı ile çarpılarak ilgili dilimin hacmi hesaplanır ve dilimlerin hacimleri toplanarak yapının toplam hacmi hesaplanır. Örneklemede taraflılığı ortadan kaldırmak için ilk kesit, kesit kalınlığı mesafesindeki herhangi bir noktadan alınmaya başlanmalı ve sistematik olarak eşit aralıklı kesitler alınmalıdır. Bu şekilde, kesitler yardımı ile ilgilenilen nesnenin hacminin hesaplanması aşağıdaki formül ile ifade edilir.

$$\text{hesap}^1 V = t x (a + a(+ \dots + an) \text{ cm}^3 \quad (2)$$

Formüldeki $(a + a(+ \dots + an)$ ifadesi, n sayıdaki dilimlerin ya da kesitlerin kesit yüzey alanlarını cm^2 cinsinden (t) ise n sayıdaki ardışık kesitlerin cm cinsinden kesit kalınlığını ifade eder ⁽⁸⁾.

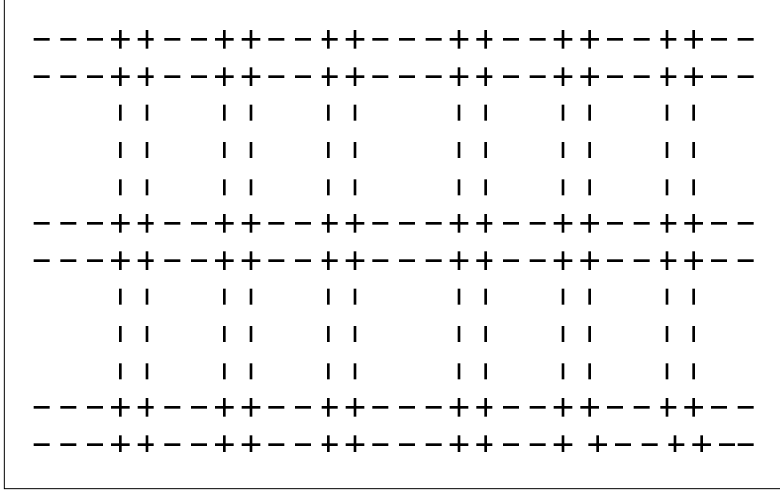
Bazı yarı otomatik makineler ya da özel yazılıma sahip görüntü analiz sistemleri görüntülerde ortaya çıkan kesit yüzey alanlarını hesaplayabilmektedirler ⁽¹²⁾. Ancak, noktalı alan ölçüm cetveli kullanılarak yapılan ölçümlerin diğer planimetrik ölçümlerden daha kısa sürede ve daha güvenilir sonuçlar verdiği araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur. Kesitlerde ortaya çıkan yüzey alanını hesaplamak için kullanılan noktalı alan ölçüm cetveli, eşit aralıkta noktaların dizilimi ile elde edilmiş şeffaf bir asetattır. (Şekil 1). Bu asetat ilgilenilen yapının üzerine rasgele olarak atılır ve ilgilenilen yapıya isabet eden noktalar sayılarak alan hesaplanır. Noktalı alan ölçüm cetvelinde beklenildiği gibi noktalar görülmez. Bunun yerine (+) şeklinde işaretler kullanılır. Bu nedenle noktalı alan ölçüm cetvelindeki (+)'ların kollarının kesiştikleri köşe yüzey alanı ölçümü hesaplaması amacıyla kullanılan noktadır. Araştırmacı sayıma başlamadan önce, hangi iki kolun kesiştiği noktayı kullanacağına karar verir ve çalışma boyunca o köşeyi sürekli nokta olarak kullanır. Noktalı alan cetveli ilgilenilen görüntü üzerine rasgele olarak atıldıktan sonra ilgilenilen kesit yüzey alanı ile çakışan noktalar sayılır. Bu işlem her bir ardışık kesit için tekrarlanır ve elde edilen nokta sayısı aşağıdaki formülde yerine konularak ilgilenilen yapının toplam hacmi hesaplanır:

$$\text{hesap}_2 V = t x a/p x (P1 + P2 + \dots Pn) \text{ cm}^3 \quad (3)$$

Formüldeki $(P1, P2, \dots Pn)$ her bir kesit yüzey alanı için sayılan nokta miktarını, (a/p) noktalı alan ölçüm cetvelindeki her bir noktanın görüntüsünün küçültme ya da büyütme oranı yardımı ile elde edilen ve gerçekte temsil ettiği alanı ifade eder. Bu formül kısaca şu şekilde açıklanabilir; her bir noktanın temsil ettiği alanın eldeki toplam nokta sayısı ile ve kesitlerin ortalama kalınlığı ile çarpımı sonucunda ilgilenilen nesnenin hacmi hesaplanmış olur. Ayrıca, her bir kesitin kesit yüzey alanı (a1) bu formülden çıkarılan diğer bir formül ile yani $[(a/p \times \text{Pi}(\text{ ile hesaplanabilir. Formüldeki alt indis 2, (hesap}_2 V)$ kesit alma ve nokta sayımı olmak üzere iki aşamada sonuca ulaşıldığını ifade eder. Dolayısıyla araştırmacı bir görüntü üzerine Şekil 1'deki noktalı alan ölçüm cetvelini attığında ilgilendiği yapının gerçek hacmini elde etmek için aynı zamanda büyütme ya da küçültme oranlarını da hesaplamak zorundadır. Bu nedenle, aradaki

basamağı basitleştirmek amacıyla 3 numaralı formül grubumuz tarafından aşağıdaki gibi yeniden şekillendirilmiştir.

Şekil 1. Noktalı alan ölçüm cetveli



$$V = t \times [((SU) \times d)/SL]_2 \times \sum P \quad (4)$$

Formüldeki (t) ortalama kesit kalınlığını, (SU) görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu, (d) noktalı alan ölçüm cetvelindeki iki nokta arasındaki mesafeyi, (SL) görüntüdeki skalanın cetvel yada kumpas ile ölçülen uzunluğunu, ($\sum P$) ise ilgilenilen yapının kesit yüzey alanları üzerine düşen toplam nokta sayısını ifade etmektedir ^(9,11,12,13,14).

Bileşenin Hacim Oranı Hesaplamaları

Bileşen hacim oranı, herhangi bir yapıyı oluşturan alt bileşenlerinin tüm yapının hacmine (referans hacim) oranını belirlemek amacıyla sıklıkla kullanılır. Y gibi bir bileşenin referans hacim içindeki hacim oranı basitçe, Y bileşeni tarafından kaplanan birim hacim miktarı olarak söylenebilir ve şu şekilde yazılır;

$$V_v(Y, \text{ref}) = \text{Referans uzayda Y bileşenin hacmi/referans uzayın hacmi}$$

Bu yöntemde, ilgilenilen yapıdan alınmış kesitlerin üzerine noktalı alan ölçüm cetveli atılır, bulunan nokta sayılarının birbirleri ile olan hacim ilişkisi belirlenir ve şu formül yazılır;

$$V_v(Y, \text{ref}) = P_p(Y, \text{ref}) = \frac{P(Y)}{P(\text{ref})} \quad (5)$$

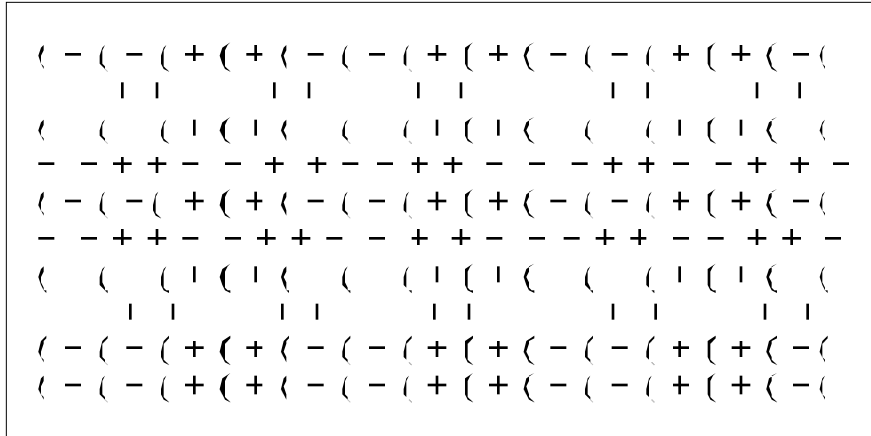
Burada P (Y) bileşenin iz düşümleri içine düşen noktaların sayısını, P (ref) ise referans hacim içerisine denk gelen noktaların sayısıdır. Üzerinde farklı yoğunlukta iki nokta dizgesini

beraber içeren bir cetvel kullanılır. Bileşik alan ölçüm cetvelinin bir örneği Şekil 2'de gösterilmiştir. Buradaki cetvelde bir büyük nokta başına (daire ile çevrili artılar) dört küçük nokta (daireli olsun ya da olmasın tüm noktalar) bulunmaktadır. Dolayısıyla bir büyük nokta ile temsil edilen alan miktarı, bir küçük noktanın alanının dört katına eşittir. Bu cetveli rasgele olarak görüntülerin üzerine attıktan sonra, referans hacim içine düşen büyük noktaların (P(ref)) ve ilgilenilen bileşene isabet eden küçük noktaların (P(Y)) sayılmasıyla, bileşenin hacim oranı rahatlıkla hesaplanabilir. Küçük noktaların büyüklere oranı 4/1 olduğundan, her büyük nokta, 4 adet küçük nokta gibi sayılır ve hacim oranını hesaplamak için eşitlik 5'in basitçe değiştirilmiş bir biçimi olan aşağıdaki formül kullanılır.

$$V_v(Y, \text{ref}) = \frac{P(Y)}{4 \times P(\text{ref})} \quad (6)$$

Eğer, herhangi bir yapının baştan sona kadar kesilmesi ile elde edilmiş bir dizi kesit serisi üzerinden ilgilenilen yapının hacim yoğunluğu hesaplanmak isteniyorsa, incelenen tüm görüntü alanlarında referans uzaya isabet eden noktaların toplam sayısına bölünerek hesaplanır.

Şekil 2. Bileşik noktali alan ölçüm cetveli



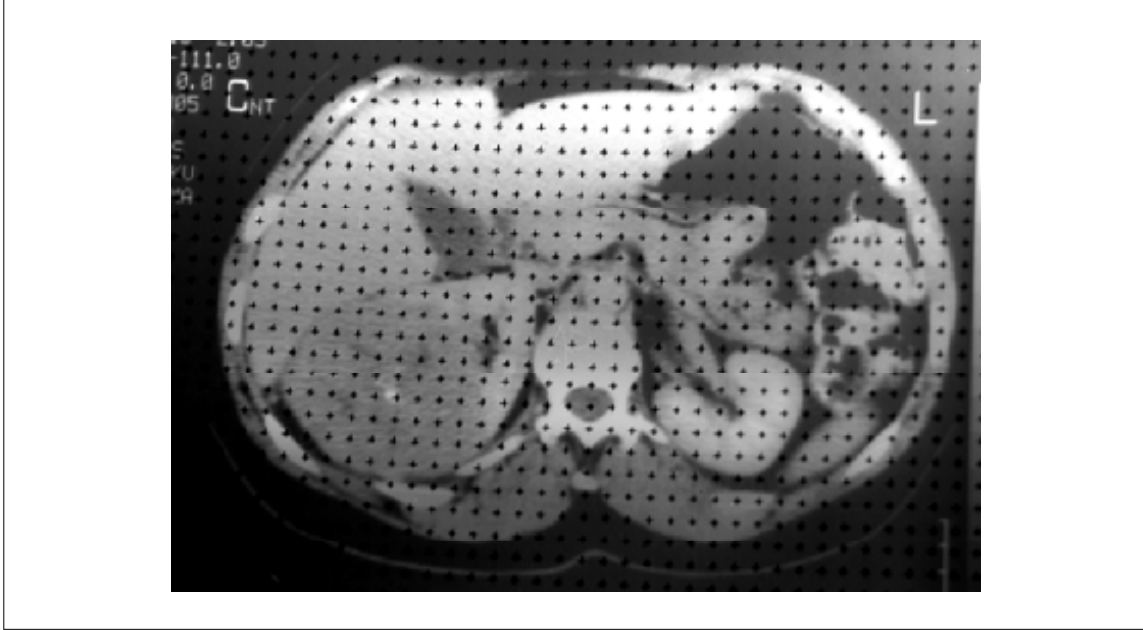
$$V_v(Y, \text{ref}) = \frac{\sum_{i=1}^m P(Y)}{\sum_{i=1}^m P(\text{ref})} \quad (7)$$

Bu eşitlikte, m, incelenen alan sayısıdır. Bu şekilde bir oran hesaplaması, incelenen alan sayısının (m) artırılmasıyla hızlı bir biçimde azaltılabilecek az miktarda bir taraflılığa sahip bir hesaplamadır (15,16,17).

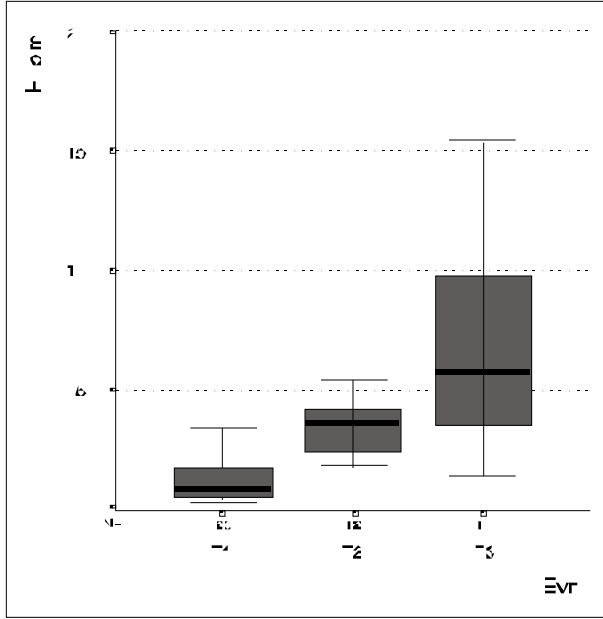
BULGULAR

Çalışmaya toplam alınan 51 olgunun 35'i erkek (%68.6), 16'sı kadın (%31.4) idi. Hastaların yaş ortalamaları 59.5 ± 10.1 yıl (27-74 yıl) idi. Olgular TNM sınıflamasına göre evrelendirildiğinde, 23 hasta (%45.1) T1, 12 hasta (%23.5) T2, 16 hasta (%31.4) ise T3 olarak bulundu. Cavalieri yöntemi ile elde edilen ortalama tümör hacim ölçümlerinin sonuçları evrelere göre değerlendirildiğinde; T1'de 125.52 ± 102.18 (25-394) cm^3 , T2'de 346.25 ± 112.55 (181-545) cm^3 , T3'de ise 694.88 ± 405.46 (142-1546) cm^3 olarak bulundu. Toplam tüm gruplar ele alındığında ortalama hacim 356.08 ± 343.37 (25-1546) cm^3 olarak elde edildi. Evreler arasındaki hacimler karşılaştırıldığında Evre T1 ile Evre T2 arasında ($p < 0.001$), Evre T2 ile Evre T3 arasında ($p < 0.001$) belirgin fark elde edildi. Hacim oranlarına bakıldığında ise ortalama olarak en küçük %8.69 en büyük %97.15 olarak tespit edildi. Evre T1'de tümör hacim oranı ortalama 28.44 ± 14.37 (%8.69 - %61.26), Evre T2'de 55.42 ± 12.73 (%25.78 - %73.86), Evre T3'de 72.48 ± 17.15 (%48.80 - %97.15) olarak bulundu ancak gruplar arasında belirgin bir hacim yüzde oranları olmasına rağmen istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0.05$) Hacimlerin evrelere göre dağılımı grafik 1'de gösterilmiştir.

Şekil 3. Noktalı alan şim cetvelinin BT Yzerindeki gsrYntYsY



Grafik 1. Böbrek tümör hacimlerinin evrelere göre dağılım



TARTIŞMA

Organ veya lezyonların toplam hacimlerini veya bileşenlerinin hacimlerini hesaplamak için bir dizi değişik yöntem kullanılmaktadır. İlgilenilen ve hacmi hesaplanmak istenen yapı, örneğin karaciğer, akciğer veya dalak gibi çevresindeki diğer organ ve yapılardan izole edilebilecek makroskopik bir yapılanmaya sahipse, bunun hacmi hesaplamak yerine doğrudan ölçülebilir (hidrostatik ağırlık ölçme). Bu gibi durumlarda sık kullanılan bir yöntem, yapıyı içi su ile doldurulmuş dereceli bir silindir içine atarak, artan su miktarını ölçmektir. Fakat çoğu zaman ilgilendiğimiz yapılar, çevrelerindeki bileşenlerle iç içe bir ilişki içerisinde oldukları ve böyle yapıları izole ederek doğrudan bir hacim ölçümü yapılması çoğu kez olanaksızdır. Bu durumda, Cavalieri yöntemi uygulanabilir. Bu yöntem stereolojik yöntemlerde en sık kullanılan hacim hesaplama yoludur. Böbrek tümörlerinde en önemli prognostik faktörler tümörün evresi ve grade'dir. Evrelemede sıklıkla TNM sınıflaması kullanılmaktadır. Ancak bu sınıflamada tümörün sadece boyutu esas alınmaktadır. Oysa morfometrik çalışmalarda bir organ veya organ bileşeninin hacmi, bir yapıdaki değişik bileşenlerin hacimleri ve bu bileşenlerin birbirlerine veya yapının tamamına göre hacim oranları sıklıkla kullanılmakta ve önemli parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır. Anatomik yapı ve lezyonların hacim ölçüleri bir çok çalışmada hesaplanmış, gerçek hacim hesapları ile karşılaştırılmış ve aralarında iyi bir uyum olduğu gösterilmiştir. Bu yöntemle elde edilen tümör hacim sonuçları ilk dilim böbrekte rastgele seçildiği ve aralıkları bilinen şekilde sistematik kesitlerde yapıldığı ve sistematik noktalar BT görüntülerine rastgele konulduğu tarafsızdır. Rastgele kesitlemeye başlamayan sistematik örnekleme metotları tarafsızlığı bozabilir. Önemli olan tesadüfi bir noktadan başlayıp tüm tümörü taramaktır. Görüntüleme teknikleri ile böbrek ve böbrek tümör hacim hesaplarını içeren çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri olan Reid'in yaptığı otopsi çalışmalarında sağ böbrek 125 gr, sol böbrek 160 gr, hacim (hidrostatik ağırlık ölçme) sağ böbrek 120 cm³, sol böbrek 154 cm³ olarak hesaplanırken BT kesitlerin Cavalieri yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamada ise sağ böbrek 125 cm³, sol böbrek 157 cm³ olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada böbrek tümörlü bir vakada sol böbrek 110 cm³, sağ böbrek 185 cm³, tümör hacmi ise 230 cm³ olarak

bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları Cavalieri yöntemi ile böbrek ve böbrek tümör hacimlerinin doğru olarak ölçülebileceğini göstermektedir. Ancak bu çalışmada tümörün boyutları ve evresi belirtilmemiş sadece hacim olarak değeri verilmiştir.

Bizim çalışmamızda tümör hacimleri Evre T1'de 125.52 ± 102.18 (25-394) cm^3 , Evre T2'de 346.25 ± 112.55 (181-545) cm^3 , Evre T3'de ise 694.88 ± 405.46 (142-1546) cm^3 olarak bulundu. Toplam tüm gruplar ele alındığında ortalama hacim 356.08 ± 343.37 (25-1546) cm^3 olarak elde edildi.

Evreler arasındaki hacimler karşılaştırıldığında Evre T1 ile Evre T2 arasında ($p < 0.001$), Evre T2 ile Evre T3 ve Evre T1 ile Evre T3 arasında belirgin fark elde edildi ve Cavalieri yöntemi ile bulduğumuz hacim ile TNM sınıflaması arasında kuvvetli bir korelasyon olduğu görüldü. Hacim miktarının evre ilerledikçe arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında TNM sisteminde kullanılan boyutla birlikte kesin sonuçlar veren hacim ölçümleri kullanılabilir.

Bir yapı içerisinde bulunan bileşenlerin hacmi veya bu bileşenlerin birbirine veya içinde buldukları toplam hacme olan oranları, önemli bilgiler sağlayabilen parametrelerdir. Eğer bileşeni içeren yapının toplam hacim değeri biliniyorsa, ne oranda hacim kapladığı, yani hacim oranı bilinen bileşenin toplam hacmi de buradan hesaplanabilir. Hacim oranlarına bakıldığında ise ortalama olarak en küçük hacim %8.69 en büyük hacim %97.15 olarak tespit edildi. Evre T1'de tümör hacim oranı ortalama $\%28.44 \pm \%14.37$ (%8.69 - %61.26), Evre T2'de $\%55.42 \pm \%12.73$ (%25.78 - %73.86), Evre T3'de $\%72.48 \pm \%17.15$ (%48.80 - %97.15) olarak bulundu ancak gruplar arasında belirgin bir hacim yüzde oranı farkı olmasına rağmen istatistiki olarak evreler arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0.05$). Diğer taraftan tümör hacim oranı bize tümörün evresi ilerledikçe tümörün kapladığı alanın arttığını gösterir.

SONUÇ

Bu çalışmada herhangi bir radyoloji merkezinde yapılan BT taramasının rutin işleyişini değiştirmeden basit bir hacim hesaplama yolu geliştirilebileceği öngörüldü. Böbrek tümör hacmini belirlemek için bu yöntemle BT görüntülerini daha fazla standardize etmeye ihtiyaç yoktur. Böbrek tümör hacmini herhangi bir BT görüntü setinde (düzlem-tarama, mesafesi ve büyültme oranı bilinirse) değerlendirmek mümkündür. Metot hızlı, güvenli ve ucuzdur. Nokta sayımı obje başına 5-10 dakikada yapılır.

Bulguların ışığında diyebiliriz ki; Cavalieri hacim hesaplama yöntemi birkaç dakika içerisinde, standart BT görüntülerine uygulanarak böbrek tümör hacmi hesaplanabilir. Ancak bu konu ile daha fazla çalışmaya gereksinim olduğu da unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Landis SH, Murray T, Bolden S, et al: Cancer statistics: 1999. *CA Cancer J Clin*, 1999;49:8-31
2. Chaw WH, Devesa SS, Warren JL, et al: Rising incidence of renal cell cancer in the United States. *JAMA*, 1999; 281:1628-1631
3. Novick AC, Campbell SC: Renal Tumors. In Campbell's Urology. Edited by Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED and Wein AJ: WB Saunders Company. Eighth edition. Vol.75 pp 2714, 2002
4. Tharasher JB, Paulson DF: Prognostic factors in renal cancer. *Urol Clin North Am*, 1993; 20:247-262.

5. Guinan PD, Vogelzong NJ, Fremgen AM, et al: Renal cell carcinoma: Tumor size, stage and survival. *J Urol*, 1995; 153:901-903.
6. Chia J, Baddeley A. Accuracy of estimates of volume fraction. *Image Anal Stereol*, 2000; 19:199-204
7. Gundersen HJG. Stereology of arbitrary particles. A review of unbiased number and size estimators and the presentation of some new ones in memory of Willam R Thomson: *J Microsc*, 1986; 143:3-45
8. Gundersen HJG, Bendtsen JF, Karbo L, et al. Some new, simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. *APMIS*, 1988; 96:379-94
9. Cruz-Orive LM, Weibel ER. Recent stereological methods for cell biology; a brief survey. *Lung Cell Mol Physiol*, 1990; 2:148-156
10. Gundersen HJG, Jensen EB: The efficiency of systematic sampling in stereology and its prediction. *J Microsc*, 1987; 147:229-63
11. Gundersen HJG, Bagger P, Bendtsen TF. The new stereological tools: Disector, fractionator, nucleator, and point sampled intercepts and their use in pathological research and diagnosis. *APMIS*, 1988; 96:857-81
12. Odaci E, Sahin B, Sonmez OF, et al. Rapid estimation of the vertebral body volume: a combination of the Cavalieri principle and computed tomography images. *EJR*, 2003; 00:1-11
13. Nyengaard JR. Stereologic methods and their application in kidney. *Research J Am Soc Nephrol*, 1999; 10: 1100-1123
14. Royet JP. A method for analysing images. *Progres Neurobiol*, 1991; 37:433-74