

# Böbrek kitlelerin morfolojisini değerlendirmede yeni yaklaşımlar

## New approaches to assess the morphology of renal masses

Dr. Barbaros Başeskioglu, Dr. Cavit Can

Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Eskişehir

### ÖZET

Bilgisayarlı tomografinin yaygın kullanımı ile birlikte böbrek tümörlerinin çoğunluğu insidental olarak daha düşük grade ve evrede tanı alır. Bu organa sınırlı tümörler için parsiyel nefrektomi tercih edilen tedavi olmuştur. Radikal nefrektomi ile karşılaştırıldığında parsiyel nefrektomi daha zordur. Tümör boyutu, derinliği, lokalizasyonu ve toplayıcı sistem invazyonu gibi tümör özellikleri rezeksiyonun zorluğunu etkiler. Klasik olarak rezeksiyon olasılığı subjektif olarak belirlenir. Son dönemde tümör anatomisinin cerrahi öncesi standart ve daha objektif değerlendirilmesini sağlamak için üç yöntem önerildi. Bu 'nephrometri' sistemleri R.E.N.A.L., PADUA ve C-indeksi sistemlerini içerir. Makalede bu sistemler değerlendirilecektir.

**Anahtar kelimeler:** nephrometri, böbrek kanseri, parsiyel nefrektomi

İletişim (✉): barbara@gmail.com

### ABSTRACT

With the widespread use of computed tomography, the majority of renal tumors are diagnosed incidentally at lower grade and stage. Partial nephrectomy has become the preferred treatment for these organ-confined tumors. Compared with radical nephrectomy, partial nephrectomy is more difficult. Tumor features such as tumor size, depth, location and invasion of urinary collecting system affect the difficulty of resection. Classically, probability of resection has been determined subjectively. Recently, 3 methodologies have been proposed to provide standard, more objective preoperative assessment of tumor anatomy. These "nephrometry" systems include the R.E.N.A.L., PADUA, and C-index systems. These systems will be evaluated in this article.

**Key words:** nephrometry, kidney cancer, partial nephrectomy

**E**rişkin dönemi kanserlerin %2'si böbrek tümörleridir. Yaklaşık olarak 2010 yılında 58000 yeni böbrek tümörü tanısı konmuş ve 13000 hasta hayatını kaybetmiştir (1). Böbrek tümörü insidansı ileri yaşlarda artar ve erkeklerde daha sık görülür. Hastaların klinik prezantasyonu önceki yıllarda daha çok klasik triad olan fizik muayenede ele gelen tümöre ait kitle, hematüri ve flank ağrısıdır. Bu hastalar daha çok ileri evrede ve kötü prognozlu durlar. Günümüzde ise görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeye paralel olarak insidental tümör tanısı artmıştır ve bu tümörler çoğunlukla daha düşük evrede olduğu için sağkalım süresi de artmıştır (2).

Radikal nefrektomi ilk kez 1963'te Robson tarafından tanımlanmıştır ve tüm böbrek tümörleri için standart tedavi olarak kabul edilmiştir (3). 1990'ların başından itibaren görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler ve yaygın kullanımın artışıyla parsiyel nefrektomi gündeme gelmiştir. Parsiyel nefrektomi ilk kez 1887'de Czerny tarafından yapılmıştır (4). Zorunlu parsiyel nefrektomi yapılan olguların sonuçları bu yaklaşımın geçerliliğini gösterirken 4cm'den küçük tümörlerde radikal nefrektomiye benzer sonuçlar elde edilmiştir (5). Günümüzde ise EAU kılavuzlarına göre 4cm'in altındaki böbrek tümörleri için standart tedavi haline gelmiştir (6). Parsiyel nefrektomi bu olgularda eşit kanser kontrolüyle ciddi bir böbrek fonksiyonu koruma avantajı sağlar. Kronik böbrek hastalığına gidiş süreci azalır,

kardiyovasküler olaylar ve mortalite azalır (7). Kanser kontrolünden ödün vermeyerek parsiyel nefrektomi oranlarını arttırmak üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Son yıllarda literatürde 4cm'in üstündeki tümörlerde de bu cerrahi yöntem önerilmekle beraber olguların dikkatli seçilme gerekliliği doğmuştur. **'Dikkatli seçilmiş olgu' Kime göre? Neye göre?**

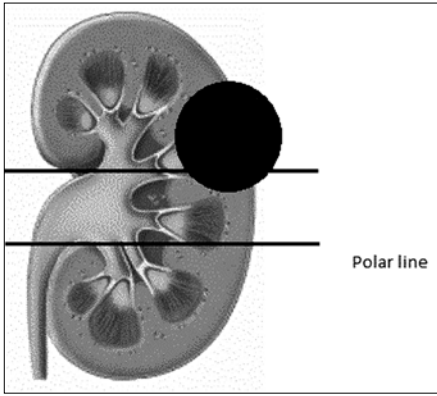
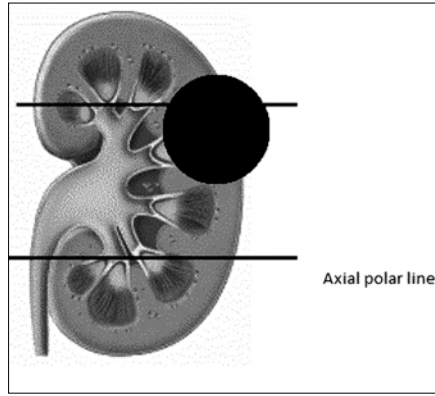
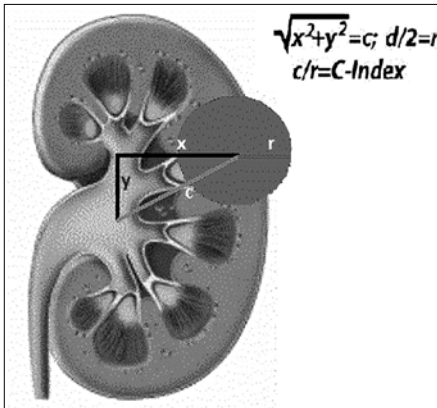
Parsiyel nefrektomi kararı görüntüleme yöntemlerindeki tümör ve böbreğin anatomik ilişkisine göre verilir. Tümörün yeri, büyüklüğü, toplayıcı sistemle ilişkisi rezeksiyonun teknik zorluğunu belirler. Cerrahin deneyimi ve tümörün anatomisinin subjektif değerlendirilmesi parsiyel nefrektomi yapılabilecek küçük tümörler için gereğinden fazla radikal cerrahi yapılmasına yol açabilir. Parsiyel nefrektomi yapılmasındaki fikir birliği eksikliği objektif değerlendirme gerekliliği doğurmuştur. Yakın dönemde üç metodoloji, böbrek tümör anatomisini standardizasyon için analiz etmiştir. Bu morfometri ya da nephrometri metodları R.E.N.A.L. skor, PADUA skor ve C indekstir. Bu derlemede bu üç yöntem tanımlanacak, klinik uygulanabilirliği sorgulanacaktır.

### R.E.N.A.L Skor

R.E.N.A.L skora ilk olarak 2009 yılında Kutikov ve Uzzo tarafından tanımlanmıştır (8). Beş tümör karakteristiği skora sisteminin

**Tablo 1.** R.E.N.A.L Nefrometri skorlama sistemi

	1 puan	2 puan	3 puan
(R) adius (maksimum tumor boyutu) (cm)	≤ 4	4.1-7	>7
(E) egzofitik/ endofitik yerleşim	≥ % 50	≤ % 50	Tamamen Endofitik
(N) earness (tümörün toplayıcı sisteme veya renal sinüse yakınlığı) (mm)	≥ 7	4.1-6.9	≤ 4
(A) nterior/posterior yerleşim	Skorlama yok		
(L) okalizasyon (polar hat ile olan ilişki)	Tümör polar hattın tamamen üzerinde veya altında	Tümör polar hattı geçiyor	Tümörün ≥ % 50si polar hattı geçiyor veya tümör polar hattın ortasını tamamen dolduruyor

**Şekil 1.** R.E.N.A.L Nefrometri sisteminde tümörün polar hatla göre yerleşimi.**Şekil 2.** PADUA skorlamasında tümörün aksiyel polar hatla göre yerleşimi.**Şekil 3.** C indeksi yönteminde mesafeler ve hesaplama yöntemi.

isminde kısaltılmıştır; (R) radius- maksimum tümör boyutu, (E) endofitik-egzofitik yerleşim, (N) tümörün toplayıcı sisteme olan mesafesi, (A) anterior-posterior yerleşim (X- anterior, posterior ayrımı yapılamayan tümörler için kullanılır, H- hilus tümörlerini temsil eder), (L) tümör lokalizasyonun polar hat ile olan ilişkisini temsil eder (Şekil 1). Her parametre tümörün anatomisine göre 1 ile 3 arası bir skor alır ve toplam skor olarak rapor edilir (örneğin  $2+2+1+a+1= 6a$  ya da  $1+3+2+p+2= 8p$  gibi...). Toplam skorlara

göre R.E.N.A.L nefrometri skoru 4-6 arasında olan hastalar düşük, 7-9 arasında olanlar orta ve 10-12 arası hastalar yüksek riskli grupta kabul edilmiştir (Tablo 1). Skorlama yapmak için web üzerinden hizmet veren [www.nephrometry.com](http://www.nephrometry.com) adlı internet sitesi mevcuttur.

### PADUA Sınıflaması

PADUA sınıflaması 2009 yılında Ficarra ve ark. tarafından tanımlanmıştır (9). R.E.N.A.L skorlamaya benzer olarak isminin iki anlamı vardır. Yazarlar İtalya'nın Padua şehrinde bu yayını yapmıştır ve sınıflamayı ilk duyuran yayının baş harflerini simgelemektedir (*Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical (PADUA) classification of renal tumours in patients who are candidates for nephron-sparing surgery*). Küçük değişiklikler dışında R.E.N.A.L skorlamaya benzerdir. Tümör boyutu, egzo-endofitik oran, anterior-posterior yerleşim, toplayıcı sistem ilişkisi benzer parametrelerdir. Polar lokalizasyonu değerlendirilmedi R.E.N.A.L skorlamadan farklı olarak aksiyel polar lokalizasyon kullanılır (Şekil 2). Renal kenara göre lateralite ve renal sinus tutulumunun

değerlendirilmesi diğer parametrelerdir (Tablo 2). Renal tümörler anatomik yerlerine göre 6 ile 14 arası bir skor alır (örneğin  $2+2+1+1+2+1= 9$  gibi...).

### C indeks

Nefrometri sistemleri içinde en son yayınlanan C indeksi hesaplama metodu, Simmons ve ark. tarafından 2010 yılında tanımlanmıştır (10). Diğer skorlamalardan farklı olarak bir hesaplama yöntemidir. Rezeksiyon zorluğunu ölçmek için tümör boyutu ile tümörün periferinin böbreğin merkezine uzaklığını ölçer. Böbreğin merkezi, iki boyutlu bilgisayarlı tomografide böbreğin ilk görüldüğü kesit ile son görüldüğü kesitin tam orta noktası olarak tanımlanmıştır. Aynı şekilde tümörün tam orta noktası bulunur ve iki nokta arası mesafe Pisagor teoremi ile hesaplanarak c değeri bulunur. Bulunan c değerinin tümör yarıçapına bölünmesi ile C indeksi hesaplanır (Şekil 3). Örneğin  $c=4$  ve tümör yarıçapı (r) 2 iken C indeksi  $4/2=2$  olarak bulunur. İnternet ortamında hesaplamayı kolaylaştıracak bir yazılım bulunmaktadır. C indeksinin 0 olması tümörün böbreğin merkezinde olduğunu gösterirken, C indeksinin 1 olması tümörün periferinin böbrek merkeziyle çakıştığını gösterir. Bu hesaplamayı doğru yapabilmek için yaklaşık 14 olguluk bir öğrenme eğrisi tanımlanmıştır (11).

### Nefrometri sistemlerinin klinik uygulamalardaki yerleri

Nefrometri sistemlerinin ortaya çıkış amaçları tümörün lokalizasyonun metodolojik analizi ve tümör verisinin yayınlanmasında standardizasyondur. İkincil amaçlar ise parsiyel nefrektomi başarısını, cerrahi sırasında ya da sonrasında oluşabilecek komplikasyonları ve onkolojik sonuçların öngörülmesidir.

*“R.E.N.A.L sistemin PADUA sistemine göre daha önde olduğu söylenebilir. Tüm tümör lokalizasyonlarını daha az parametre ile tanımlaması, PADUA'daki gibi toplam skor yerine adındaki kısaltma ile daha anlaşılır bir bilgi vermesi önemli faktörlerdir.”*

**Tablo 2.** PADUA skorlaması**PADUA SINIFLAMASI****Anatomik Özellikler**

Renal kenar	
Lateral	1
Medial	2
Tümör boyutu (cm)	
≤4	1
4.1-7	2
>7	3
Renal sinus	
Tutulum yok	1
Tutulum var	2
Longitudinal (polar) lokalizasyon	
Üst/alt	1
Orta	2
Toplayıcı sistem	
Tutulum yok	1
Tutulum var	2
Egzofitik oranı	
≥ % 50	1
≤ % 50	2
Endofitik	3

R.E.N.A.L nefrometri sisteminde polar hat tanımlanması için koronal kesitlerde inceleme yapılma zorunluluğu vardır. PADUA sınıflamasında sinüs çizgisi aksiyel kesitlerle tanımlanabilmektedir. R.E.N.A.L nefrometri skorlamasında tümör toplayıcı sistem ilişkisi tek bir parametrede (N- nearness) incelenirken PADUA sınıflamasında renal sinus ve toplayıcı sistem iki ayrı parametre olarak değerlendirilmektedir. Renal sinus invazyonu vasküler ligasyon ihtiyacını arttırır ve daha geniş bir rekonstrüksiyon gerektirir. Toplam skor değerlendirildiğinde PADUA sınıflaması R.E.N.A.L skorlamaya göre tümörün renal sinüs ve toplayıcı sistem invazyonuna daha önem verir. Bu iki skorlama arası diğer bir fark interpolar bölgenin tanımıdır. R.E.N.A.L sistemde bu bölge böbreğin medial yüzünde kortikal sınırlar arası alanla sınırlıdır. PADUA sisteminde ise üst ve alt sinus yağ dokusu arasını alır. İki sistem karşılaştırıldığında R.E.N.A.L sistemde **1-2 cm** daha dar bir alan oluşmakta; bu bölgedeki tümörlerin rezeksiyon şansı da oldukça azalmaktadır

*“Parsiyel nefrektomi yapılan olgular için median indeks skor= 2 olarak bulunmuş ve  $c < 1.3$  olan olgularda dokuz kat daha fazla radikal cerrahi gerekeceği vurgulanmıştır.”*

(8,9). Bu iki sistemin sonuçları değerlendirildiğinde R.E.N.A.L sistemin PADUA sistemine göre daha önde olduğu söylenebilir. Tüm tümör lokalizasyonlarını daha az parametreye ile tanımlaması, PADUA’daki gibi toplam skor yerine adındaki kısaltma ile daha anlaşılır bir bilgi vermesi önemli faktörlerdir. Bu iki sistem ile C indeksini karşılaştırmak temel farklılıkları nedeniyle çok mümkün değildir. C indeks tümör boyutu ve derinliği ile ilgili tek bir değer verir. Lokalizasyon ile ilgili bir veri içermez; diğer iki sisteme göre daha sınırlıdır. Bir ölçüm yöntemi olması ve matematiksel net bir rakam vermesi nedeniyle diğer sistemlere göre daha objektif olduğu öne sürülmüştür (10).

Nefrometri sistemlerinin parsiyel nefrektomi öncesi objektif bir kriter olacağı ve komplikasyonları öngörebileceği yönünde çalışmalar mevcuttur. R.E.N.A.L skorlama çalışmasında yazarlar düşük risk grubu için %88, orta risk grubu için %84 ve yüksek risk grubu için %46 gibi parsiyel nefrektomi oranları vermişlerdir (8). Yazıda elektif ya da zorunlu parsiyel cerrahi için bir bilgi olmamasına rağmen bizim kliniğimizden elde edilen elektif olguların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında özellikle yüksek risk grubundaki oranlar tarafımızdan yüksek bulunmuştur (düşük risk grubu %85, orta risk grubu % 32 ve yüksek risk grubu %0). C indeks ve cerrahi yöntem seçiminin değerlendirildiği bir çalışmada 148 hasta değerlendirilmiş ve radikal nefrektomi gerektiren olguların C indekslerinin 1 olduğu bulunmuş. Parsiyel nefrektomi

*“Nefrometri sistemleri fonksiyonel böbrek dokusu hakkında da bilgi verebilir. C indeksin minimum glomeruler filtrasyon oranı ve bu oranın düşme yüzdesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir”*

yapılan olgular için median indeks skor= 2 olarak bulunmuş ve  **$c < 1.3$**  olan olgularda **dokuz kat** daha fazla radikal cerrahi gerekeceği vurgulanmıştır (12).

PADUA çalışmasında klempsiz açık parsiyel nefrektomi yapılan olgular komplikasyon açısından incelenmiş. Tek yönlü analizde tümörün polar yerleşimi, böbrek sınırına göre yerleşim, renal sinüs tutulumu, toplayıcı sistem tutulumu ve tümör parankim içi derinliği komplikasyonları istatistiksel olarak anlamlı öngörürken tümörün anterior-posterior yerleşimi etkisiz olarak bulunmuş. Bu istatistiksel ilişki çok değişkenli analizde PADUA sınıflamasının bağımsız değişken olarak bulunması ile doğrulanmıştır (9). Yine yapılan değerlendirmede skoru 6-7 olanların 8-9 olanlara göre **14 kat** daha az komplikasyon riski taşıdığı ve >10 olanlarda ise bu riskin **30 kat** arttığı gösterilmiş. Bu çalışma Waldert ve ark. tarafından yapılan çalışma ile doğrulanmış ve kestirim değeri 10 olarak alındığında *odds* oranı 1.34’ten (<10) 3.08’e (>10) yükselmiş (13). R.E.N.A.L skorlama ile yapılan bir çalışmada postoperatif idrar ekstravazasyonu öngörüsü gösterilmiştir (14). Komplekslik oranındaki yükselişler %35 ekstravazasyon riskinin artmasına yol açmıştır (*odds* oranı 1.35; %95 güven aralığı 1.08-1.69). Rosevear ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada 249 hasta değerlendirilmiş ve R.E.N.A.L skorlama yapılmış. Radikal cerrahi kararı verilen olguların komplikasyon oranları nefron koruyucu cerrahi yapılanlara göre anlamlı olarak fazla bulunmuş. Nefron koruyucu cerrahi yapılan olgularda komplikasyon görülenlerin skoru anlamlı olarak yüksekken, aynı olguların radikal cerrahi sonrası komplikasyon oranlarıyla benzer orana sahip olduğu gösterilmiş (15). 390 hastanın retrospektif değerlendirildiği bir başka çalışmada risk grupları arasında minor komplikasyon açısından fark yok iken yüksek kompleksite gösteren grupta anlamlı olarak major komplikasyon oranı yüksek bulunmuş (16).

*“Nefrometri sistemlerinde değerlendirilmesi gereken bir konu gözlemciler arası skorlama değişkenliğidir.”*

Nefrometri sistemleri fonksiyonel böbrek dokusu hakkında da bilgi verebilir. C indeksinin minimum glomeruler filtrasyon oranı ve bu oranın düşme yüzdesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (17). Bu bağlamda C indeks geriye kalan fonksiyonel böbrek dokusunun daha çok tümör boyutu ile ilişkili olduğunu gösterir. C indeksinin **2.5 ve altında** olduğu olgularda **%30** fonksiyonel kayıp **2.2 kat** artmıştır. R.E.N.A.L skorlama ile yapılan bir başka çalışmada 4cm’in üzerinde orta-yüksek riskli gruba laparoskopik parsiyel nefrektomi yapılmış ve takiplerdeki sintigrafik değerlendirmede anlamlı fonksiyon düşüşü gösterilmiştir (18).

Nefron koruyucu cerrahinin önemli unsurlarından biri iskemi zamanıdır. Nefrometri skorlamaları ve iskemi zamanı ilişkisini inceleyen çalışmalar vardır. Waldert ve ark. yaptığı çalışmada PADUA skoru  $\geq 10$  olduğunda ortalama iskemi süresi 22 dakikadan 34 dakikaya yükselmiştir (13). C indeks  $\leq 1$  iken iskemi süresinin 35 dakikayı geçme oranı C indeksin 1’in üzerindeki olgulara göre 2.3

kat arttığı gösterilmiştir (10). Minimal invaziv cerrahilerin önem kazandığı günümüzde laparoskopik ve robotik cerrahilerin orta ve yüksek risk grupta başarılı olarak uygulanabileceğinin gösterildiği serilerde iskemi süresinin anlamlı olarak uzadığı belirtilmiştir (18,19,20).

Nefrometri sistemleri onkolojik sonuçlar açısından değerlendirildiğinde literatürde çok çalışma karşımıza çıkmamaktadır. Kutikov ve ark. yapmış olduğu ve 525 hastanın değerlendirildiği çalışmada R.E.N.A.L Nefrometri skoru tümör grade’i ve histolojisi ile korele bulunmuş. Malign bir tümör olma olasılığı ve eğer malign bir tümörse yüksek grade’li olma olasılığı üzerine nomogram geliştirmişlerdir (21). Chapin ve Wood bu bulguları daha çok tümör boyutuna bağlamış ve diğer parametrelerin limitli etkisi olduğunu öne sürmüşlerdir (22). Tümör boyutunun TNM sisteminde yer aldığı ve prognozu etkilediği vurgulanmış. Eğri altında kalan alan R.E.N.A.L için 0.76 iken sadece tümör boyutu (R) için 0.74 bulunmuş. Sadece E.N.A.L parametrelerinin tümör boyutuna eklenmesi istatistiksel fark çıkarmamıştır ( $p=0.165$ ). Kliniğimizde yapılan ve yayınlanmak üzere kabul edilen bir çalışmada R.E.N.A.L skor için kestirim noktası 8 bulunmuş ve 8’in üstündeki olgularda univaryant analizde sağkalımı etkilediği bulunmuştur. Bu konunun yeni çalışmaları desteklenmesi gerekmektedir.

Nefrometri sistemlerinde değerlendirilmesi gereken bir konu gözlemciler arası skorlama değişkenliğidir. Kliniğimizin de katıldığı çok merkezli bir çalışmada korelasyon değeri PADUA skoru için 0.73; R.E.N.A.L skor için 0.70 bulunmuştur (23). Tıp öğrencilerin dahil edildiği bir başka çalışmada ise aynı değer R.E.N.A.L skor için 0.75 olarak bulunmuş (24). Kolla ve ark. yaptığı çalışmada ise R.E.N.A.L sistem parametreleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sırasıyla  $R=0.95$ ,  $E=0.86$ ,  $N=0.76$ ,  $A=0.83$ ,  $L=0.73$  değerleri bulunmuş. En çok değişkenlik gösteren parametre olarak **poler yerleşim** değerlendirilmiş. Optimum korelasyon değerinin 1 olduğu kabul edildiğinde yukarıdaki değerlerin kabul edilebilir olduğu söylenmiştir (25). Sonuçta bu sistemin birçok merkezde birbirine yakın olacak sonuçta değerlendirileceğini söylemek yanlış olmaz.

## Sonuç

Nefrometri sistemlerinin böbrek tümörlerinin yerleri belirleme konusunda objektif metodlar olduğu kuşkusuzdur. Cerrahi yöntemin karar verilmesinde ve komplikasyonların öngörülmesinde faydalı oldukları gösterilmiştir. Klinikte kullanılabilir olmaları ve klinik verilerin yayınlanmalarında standartizasyon sağlamaları önemli avantajlardır. Onkolojik sonuçlar açısından yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## Kaynaklar

1. Jemal A, Siegel R, Xu J, Ward E. Cancer statistics, 2010. CA Cancer J Clin. 2010;60(5):277–300
2. Pantuck AJ, Zisman A, Beldegrun AS. The changing natural history of renal cell carcinoma. J Urol. 2001;166(5):1611–1623
3. Robson CJ. Radical nephrectomy for renal cell carcinoma. J Urol 1963; 89: 37-42
4. Czerny HE. Cited by Herczle: Ueber Nierenextirpation. Beitr Z Klin Chir 1890;6: 484-486
5. Lee CT, Katz J, Shi W. Surgical management of renal tumors 4cm or less in a contemporary cohort. J Urol 2000; 163: 730-736
6. Ljungberg B, Cowan N, Hanbury DC, Hora M, Kuczyk MA, Merseburger AS, Mulders PFA, Patard JJ, Sinescu IC. EAU guidelines on renal cell carcinoma: the 2010 update. Eur Urol 2010;58: 398-406
7. Crépel M, Jeldres C, Sun M, et al. A population-based comparison of cancer-control rates between radical and partial nephrectomy for T1A renal cell carcinoma. Urology. 2010;76; 883–888.
8. Kutikov A, Uzzo RG. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth. J Urol. 2009; 182: 844-853
9. Ficarra V, Novara G, Secco S, Macchi V, Porzionato A, De Caro R, Artibani W. Preoperative aspects and dimensions used for an anatomical (PADUA) classification of renal tumours in patients who are candidates for nephron-sparing surgery. Eur Urol. 2009; 56: 786-793
10. Simmons Mn, Ching CB, Samplaski MK, Park CH, Gill IS. Kidney tumor location measurement using C index method. J Urol 2010; 183: 1708-1713
11. Kaul S, Laungani R, Sarle R, et al. Da Vinci-assisted robotic partial nephrectomy: technique and results at a mean of 15 months of follow-up. Eur Urol. 2007;51;186–191
12. Lieser G, Simmons MN. Developments in kidney tumor nephrometry. Postgrad Med. 2011;123:35-42
13. Waldert M, Waalkes S, Klatt T, et al. External validation of the preoperative anatomical classification for prediction of complications related to nephron sparing surgery. World J Urol 2010; 28: 531–535
14. Bruner B, Breau RH, Lohse CM, Leibovich BC, Blute ML. Renal nephrometry score is associated with urine leak after partial nephrectomy. BJU Int. 2011 Jul;108(1):67-72
15. Rosevear HM, Gellhaus PT, Lightfoot AJ, Kresowik TP, Joudi FN, Tracy CR. Utility of the RENAL nephrometry scoring system in the real world: predicting surgeon operative preference and complication risk. BJU Int. 2011 Jul 20. doi:10.1111/j.1464-410X.2011.10452.x. [Epub ahead of print]
16. Simhan J, Smaldone MC, Tsai KJ, Canter DJ, Li T, Kutikov A, Viterbo R, Chen DY, Greenberg RE, Uzzo RG. Objective Measures of Renal Mass Anatomic Complexity Predict Rates of Major Complications Following Partial Nephrectomy. Eur Urol. 2011 May 25. [Epub ahead of print]
17. Samplaski MK, Hernandez AV, Gill IS, et al. C-index associates with functional outcomes after laparoscopic partial nephrectomy. J Urol 2010; 184:2259–2222

18. Gupta GN, Boris R, Chung P, Marston Linehan W, Pinto PA, Bratslavsky G. Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy for tumors greater than 4 cm and high nephrometry score: Feasibility, renal functional, and oncological outcomes with minimum 1 year follow-up. *Urol Oncol*. 2011 Feb 1. [Epub ahead of print]
19. White MA, Haber GP, Autorino R, Khanna R, Hernandez AV, Forest S, Yang B, Altunrende F, Stein RJ, Kaouk JH. Outcomes of robotic partial nephrectomy for renal masses with nephrometry score of  $\geq 7$ . *Urology* 2011; 77: 809-813
20. Hayn MH, Schwaab T, Underwood W, Kim HL. RENAL nephrometry score predicts surgical outcomes of laparoscopic partial nephrectomy. *BJU Int*. 2010 Dec 16. doi: 10.1111/j.1464-410X.2010.09940.x. [Epub ahead of print]
21. Kutikov A, Smaldone MC, Egleston BL, Manley BJ, Canter DJ, Simhan J, Boorjian SA, Viterbo R, Chen DY, Greenberg RE, Uzzo RG. Anatomic features of enhancing renal masses predict malignant and high-grade pathology: a preoperative nomogram using the RENAL Nephrometry score. *Eur Urol*. 2011; 60: 241-8
22. Chapin BF, Wood CG. The RENAL nephrometry nomogram: statistically significant, but is it clinically relevant? *Eur Urol*. 2011; 60(2): 249-51
23. Hew MN, Baseskioglu B, Barwari K, Axwijk PH, Can C, Horenblas S, Bex A, Rosette JJ, Pes MP. Critical appraisal of the PADUA classification and assessment of the R.E.N.A.L. nephrometry score in patients undergoing partial nephrectomy. *J Urol*. 2011 Jul;186(1):42-6.
24. Weight CJ, Atwell TD, Fazzio RT, Kim SP, Kenny M, Lohse CM, Boorjian SA, Leibovich BC, Thompson RH. A Multidisciplinary Evaluation of Inter-Reviewer Agreement of the Nephrometry Score and the Prediction of Long-Term Outcomes. *J Urol*. 2011 Aug 15. [Epub ahead of print]
25. Kolla SB, Spiess PE, Sexton WJ. Interobserver Reliability of the RENAL Nephrometry Scoring System. *Urology*. 2011 Jul 20. [Epub ahead of print]