

Comparison of laparoscopic nephrectomy results with three-dimensional and two-dimensional imaging systems

Üç boyutlu ve iki boyutlu görüntüleme sistemleri ile yapılan laparoskopik nefrektomi sonuçlarının karşılaştırılması

Hasan Nimetigil¹, İlker Seçkiner¹, Özcan Sevim¹, Mehmet Erturhan¹, Haluk Şen¹

¹ Gaziantep University School of Medicine, Department of Urology, Gaziantep, Turkey

ÖZET

Amaç: Tek merkezde gerçekleştirdiğimiz laparoskopik nefrektomilerin üç boyutlu (3B) ve iki boyutlu (2B) sistemle uygulanmasının intraoperatif ve erken postoperatif sonuçlara etkisini değerlendirmek.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya kliniğimizde 2019 ve 2020 yıllarında laparoskopik nefrektomi planlanan toplam 42 hasta dahil edildi. 3B endovizyon sistemi ile 21 hastaya (15 kadın, 6 erkek) 2B endovizyon sistemi ile 21 hastaya (10 kadın, 11 erkek) transperitoneal laparoskopik basit/radikal nefrektomi operasyonu yapıldı. Hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet), operasyon süresi, ameliyat öncesi hemoglobin değeri ile ameliyat sonrası hemoglobin değeri arasındaki fark, yatış süresi ve komplikasyon oranı karşılaştırıldı.

Bulgular: 2B kullanılan 21 hastada median yaş 30 (9-74), ortalama ameliyat süresi 135,7 dakika, ameliyat öncesi hemoglobin değeri ile ameliyat sonrası hemoglobin değeri arasındaki fark ortalama 1,17 gr/dl olarak hesaplandı. 4 hastaya radikal, 17 hastaya basit nefrektomi uygulandı. Bir hastada Clavien-Dindo derece 1 komplikasyon görüldü.

3B kullanılan 21 hastada median yaş 46 (16-73), ortalama ameliyat süresi 128,6 dakika, ameliyat öncesi hemoglobin değeri ile ameliyat sonrası hemoglobin değeri arasındaki fark 0,7 gr/dl olarak hesaplandı. 10 hastaya radikal, 11 hastaya basit nefrektomi uygulandı. Hastalarda komplikasyon gelişmedi. İki grup arası karşılaştırmada ameliyat öncesi hemoglobin değeri ile ameliyat sonrası hemoglobin değeri arasındaki fark anlamlı olarak bulundu (p: 0,041).

Sonuç: 3B endoskopik görüntüleme sistemlerinin sağlamış olduğu derinlik algısı anatominin daha kolay anlaşılmasına, diseksiyonun daha hızlı ve daha kolay yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Diseksiyon kolaylığı ile operasyon sırasındaki kanama miktarı azalmakta, kanama alanları daha hızlı saptanmakta ve kontrolü daha hızlı sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: iki boyutlu, üç boyutlu, laparoskopi, nefrektomi

Cite As: Nimetigil H, Seçkiner İ, Sevim Ö, Erturhan M, Şen H. Comparison of laparoscopic nephrectomy results with three-dimensional and two-dimensional imaging systems. Endourol Bull. 2022;14(1):1-6. doi: 10.54233/endouroloji.970301

This study was approved by the Ethics Committee of Gaziantep University (Approval Number: 2018/314). All research was performed in accordance with relevant guidelines/regulations, and informed consent was obtained from all participants.

Corresponding Author: Hasan Nimetigil, Üniversite Bulvarı 27310, Şehitkamil, Gaziantep / Turkey

Tel: +90 342 360 07 53/77704 **e-mail:** hsn_nimetigil@hotmail.com

Received: July 13, 2021

Accepted: December 23, 2021



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of three-dimensional (3D) and two-dimensional (2D) laparoscopic nephrectomies performed in a single center on intraoperative and early postoperative results.

Material and Methods: A total of 42 patients who were scheduled for laparoscopic nephrectomy in our clinic in 2019 and 2020 were included in the study. Transperitoneal laparoscopic simple/radical nephrectomy was performed in 21 patients (15 women, 6 men) with the 3D endovision system and in 21 patients (10 women, 11 men) with the 2D endovision system. Demographic characteristics of the patients (age, gender), operation time, the difference between preoperative and postoperative hemoglobin values, length of hospital stay, and complication rate were compared.

Results: Median age was 30 (9-74 years), mean operative time was 135.7 minutes, and the difference between preoperative hemoglobin value and postoperative hemoglobin value was calculated as 1.17 g/dl in 21 patients who used 2D. Radical nephrectomy was performed in 4 patients and simple nephrectomy in 17 patients. Clavien-Dindo grade 1 complication was seen in one patient. The median age was 46 (16-73), the mean operative time was 128.6 minutes, and the difference between preoperative and postoperative hemoglobin values was 0.7 g/dl in 21 patients using 3D. Radical nephrectomy was performed in 10 patients and simple nephrectomy in 11 patients. No complications developed in the patients. In the comparison between the two groups, the difference between the preoperative hemoglobin value and the postoperative hemoglobin value was found to be significant (p: 0.041).

Conclusion: The depth perception provided by 3D endoscopic imaging systems allows for an easier understanding of anatomy and faster and easier dissection. With the ease of dissection, the amount of bleeding during the operation is reduced, bleeding areas are detected faster, and control can be achieved faster.

Keywords: three-dimensional, two-dimensional, laparoscopy, nephrectomy

AMAÇ

Basit ve radikal nefrektomiye de içeren nefrektomi operasyonu ürolojik pratikte yaygın kullanılan bir cerrahidir. Basit nefrektomi semptomatik kronik enfeksiyon, obstruksiyon, taş hastalığı, ciddi travmatik yaralanmalar, renal arter hastalığı, nefrosklerozis, pyelonefritler, reflü ya da konjenital displazilerden dolayı irreversibl böbrek hasarı gelişen hastalarda endikedir (1). Radikal nefrektomi ise lokalize renal hücreli karsinomlu hastalar için bir tedavi seçeneğidir (2,3).

Clayman ve ark. (4) 1991 yılında yaptıkları laparoskopik basit nefrektomiden sonra dünya genelinde böbrek cerrahisinde laparoskopinin kullanım sıklığı artmış ve günümüzde nefrektomiler için standart cerrahi yaklaşım olmuştur. Laparoskopik operasyonlar sonrası komplikasyonların açık cerrahiden az olması, hastanede kalış süresinin kısa olması, çabuk ve konforlu iyileşme, operasyon sonrası yara izininin, açık cerrahiye kıyasla oldukça küçük olması yara iyileşme sürecini kısaltmakta, hastaların günlük yaşamlarına kısa sürede dönmelerini sağlamaktadır (5). Ayrıca minimal invaziv cerrahi yöntemlerde ameliyat süreleri oldukça kısaltmakta, buna bağlı olarak hastaların anestezi süresi de azalmaktadır.

Laparoskopik görüntüleme sistemleri, geleneksel olarak, cerrahi alanı görsel olarak büyüten, ancak stereoskopik algıdan yoksun, dolayısıyla uzamsal oryantasyonu ve derinlik algısını etkileyen 2B görüntüleme sistemleridir. Bu sınırlamalar, geleneksel 2B görüntüleme sistemlerini kullanan cerrahlar için öğrenme eğrisini güçleştirmektedir (6). 2B laparoskopik görüntüleme tekniklerinde yaşanan bu zorluklar nedeniyle 90'lı yılların başlarında 3B görüntüleme yöntemleri laparoskopik olarak geliştirilmiş ve Wenzl ve ark. (7) tarafından ilk defa bir jinekolojik operasyonda kullanılmıştır. Fakat bu görüntüleme sisteminde kullanılan ve 3B görmeyi sağlayan 'Shutter Glass' ile istenilen görüntüler elde edilememiş ve bunun yanında uzun süre kullanım sonucu gözlük cerrahların gözlerine zarar verir hale gelmiştir. Teknolojinin ve görüntüleme sistemlerinin gelişmesi ile yeni tasarlanan gözlükler ile hem görüntü kalitesi hem de cerrahın konforunun

artması sağlanmıştır. 2012 yılında Buchs ve ark. (8) bu gözlüklerin sorunsuz olarak çalıştığını bildirdikten sonra 3B laparoskopi tüm dünya çapında yaygınlaşmaya başlamıştır ve 2B ve 3B laparoskopik teknikleri karşılaştıran çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Biz de bu çalışmamızda kliniğimizde 1 yıllık süreç içerisinde 2B ve 3B olarak yapmış olduğumuz laparoskopik nefrektomi vakalarımızı karşılaştırmayı hedefledik.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Kliniğimizde 2019-2020 yılları arasında laparoskopik nefrektomi operasyonu endikasyonu olan, 8 yaş ve üzeri, çalışmaya dahil olmayı kabul eden 42 hasta prospektif, randomize, karşılaştırmalı çalışmaya alındı. Çalışmaya alınan hastalar randomize edilerek 2 gruba ayrıldı ve 2B (n:21) ve 3B (n:21) görüntüleme sistemleri ile nefrektomi operasyonu yapıldı. Tüm hastalardan bilgilendirilmiş, yazılı onam alındı. 2B laparoskopi için seçilen 21 hastanın 4'üne laparoskopik radikal nefrektomi, 17'sine laparoskopik basit nefrektomi uygulandı. 3B sistem için ayrılan grupta (21 hasta) 11 hastaya laparoskopik basit nefrektomi ve 10 hastaya laparoskopik radikal nefrektomi uygulandı. Üçüncü basamak bir sağlık merkezinde laparoskopik cerrahide deneyim sahibi, iki adet kıdemli cerrah tüm ameliyatları gerçekleştirdi. Tüm operasyonlar Karl Storz IMAGE1 S D3-Link™ sistemi ve 10-mm TIPCAM®1S 3D teleskop kullanılarak gerçekleştirildi. Bu sistemde 2B ve 3B modları arasında geçiş sağlanabilmektedir. 3B görüntü modunda çalışırken pasif polarize gözlükler kullanıldı. Tüm prosedürler transperitoneal olarak gerçekleştirildi. Hastalar 45-60 derece lateral dekübitis pozisyonunda iken 3-4 trokar girişi kullanılarak uygulandı. Pnömooperitonyum oluşturmak için genellikle Veress iğnesi ile giriş tercih edildi. Tüm hastalara 14 Fr nazogastrik tüp, 1 adet dren ve 16 Fr üretral kateter takıldı.

Tüm hastaların yaş ve cinsiyetleri kaydedildi. İki grup arasında operasyon süresi, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası hemoglobin değerleri arasındaki fark, hastanede yatış süresi ve Clavien Dindo sınıflaması derecesine göre komplikasyonlar karşılaştırıldı.

Çalışmamız için Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2018/314 protokol numarası ile etik kurul onayı alınmıştır.

İstatistiksel analizler SPSS v26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak yapıldı. Normallik varsayımının test edilmesi için Shapiro-Wilk testi, iki grup karşılaştırmaları için de Independent T-test ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı. Güven aralığı %95, istatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen toplam 42 hastanın 25 tanesi kadın (%59,5), 17 tanesi ise erkektir (%40,5). Toplamda 28 adet basit nefrektomi (2B grubunda 17, 3B grubunda 11), 14 adet radikal nefrektomi (2B grubunda 4, 3B grubunda 10) operasyonları yapılmıştır. 2B görüntüleme sistemi ile opere edilen hastaların yaşlarının medyan değeri 30 (9-74), 3B görüntüleme sistemi ile opere edilen hastaların ise 46 (16-73) olarak saptandı. Grup karşılaştırmasında; 3B sistem ile opere edilen hastaların yaş ortalaması anlamlı ölçüde büyük olarak bulundu ($p: 0,04$). 2B laparoskopik nefrektomi yapılan gruptaki ortalama ameliyat süresi $135,7 \pm 7,8$ iken 3B laparoskopik nefrektomi yapılan grupta bu süre $128,6 \pm 12,67$ olarak saptandı, grup karşılaştırmasında anlamlı sonuç bulunmadı ($p: 0,252$).

İki grup arasında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası hemoglobin farkının karşılaştırılması sonucunda, 3B sistem ile opere edilen grupta bu değer ortalama $0,7 \pm 0,2$, 2B grubunda ise $1,17 \pm 0,2$ olarak bulundu. Karşılaştırmalı analizde de 3B lehine anlamlı fark saptandı ($p: 0,041$). İki grup arası yatış süreleri karşılaştırıldığında ise; 2B grubunda ortalama yatış süresi $3,19 \pm 0,4$ gün, 3B grubunda $2,76 \pm 0,32$ gün olarak bulundu, anlamlı fark saptanmadı ($p: 0,087$). Komplikasyonlar açısından gruplar incelendiğinde, 2B laparoskopik nefrektomi grubunda bir hastada Clavien-Dindo (9) sınıflamasına göre derece 1 komplikasyon geliştiği görüldü. 3B grubunda komplikasyon saptanmadı (Tablo 1).

Tablo 1. İstatistiksel Veriler

Bulgular	2B Laparoskopisi	3B Laparoskopisi	P Değeri
Medyan Yaş	30(9-74)	46 (16-73)	0,041
Cinsiyet	K: 10 E: 11	K: 15 E: 6	
Ortalama Operasyon Süresi (dk)	135,7 ± 7,8	128,6 ± 12,67	0,252
Ortalama Ameliyat Öncesi Ve Ameliyat Sonrası Hemogloblin Farkı (gr/dl)	1,17 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,041
Ortalama Yatış Süreleri (Gün)	3,19 ± 0,4	2,76 ± 0,32	0,087
Basit Nefrektomi Sayısı	17	4	
Radikal Nefrektomi Sayısı	11	10	
Komplikasyon (Clavien-Dindo)	Derece 1		

TARTIŞMA

Günümüzde rutin olarak kullandığımız laparoskopik görüntüleme sistemleri 2B görüntüleme sistemlerinden oluşmaktadır. Son zamanlarda gelişen teknoloji ile 2B kameralarda da yüksek çözünürlüklü sistemler ile grafikler iyileştirilmiş olsa da yine de bu sistemlerde derinlik ve uzamsal algı eksikliği vardır. 3B sistemler, stereoskopik görme kaybını ortadan kaldıran, laparoskopik becerileri geliştiren, operasyon sürelerini kısaltan ve bu sayede hasta ve cerrah konforunu arttıran görüntüleme yöntemleri olarak ön plana çıkmaktadır (10).

2B ve 3B görüntüleme sistemlerini karşılaştıran ilk çalışma Gurusamy ve ark. (11) tarafından laparoskopik kolesistektomi için yapılan çalışmadır. Bu çalışmada 3B sistemin 2B sisteme herhangi bir üstünlüğü gösterilememiştir. Bunun nedeninin ilk tasarlanan 3B sistemlerde kullanılan ağır 'Shutter Glass' camlardan ve ilkel çözünürlük sistemlerinden kaynaklandığını düşünmek yanlış olmayacaktır. Gelişen teknoloji ile ağır camlardan hafif polarize camlara geçişin sağlanması, ilave derinlik algısı, gelişmiş çözünürlük ve ameliyat sırasında daha kolay manipülasyonun sağlanması ile 3B sistemler 2B sistemlerden daha avantajlı bir konumda durmaktadır (12,13). Gelişmiş ekipmanlara rağmen 3B sistemlerde, göz yorgunluğu, hareket bulanıklığı ve maliyeti arttıran özel ekipman ihtiyacı nedeni hala bazı sınırlamalar mevcuttur.

Daha iyi diseksiyon ve vasküler yapıların tanımlanması nedeniyle 2B ile karşılaştırıldığında kan kaybı 3B'de daha az olması beklenmektedir. Kanayan alanların hızlı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan derinlik algısı nedeniyle kanamaların kontrolü bile 3B sistemlerde daha iyi ve daha hızlı olmaktadır. Net görüş, iyi derinlik algısı ve uygun el-göz koordinasyonu nedeniyle, böbrek pedikülünün diseksiyonu ve yapı tanımlanması gibi ameliyat sırasındaki kritik adımlar, 2B sistemlere kıyasla 3B sistemlerde çok daha kolay yapılmaktadır. Çalışmamızda da ameliyat öncesi hemogloblin değeri ile ameliyat sonrası hemogloblin değeri arasındaki farkın 3B sistem ile opere edilen hastalarda daha az olması da bu durumu desteklemektedir. Tüm bu kolaylıklar sıcak iskemi ve rekonstrüksiyon gerektiren donör nefrektomisi, parsiyel nefrektomi ve piyeloplasti operasyonlarında aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Prudhomme ve ark. (14) 2019 yılında yayınladıkları çalışmalarında; 2B ve 3B donör nefrektomileri karşılaştırılmış ve 3B sistem ile yapılan nefrektomilerde sıcak iskemi ve operasyon süresi anlamlı ölçüde daha kısa saptanmıştır. Yine Tokas ve ark. (15) 2B ve 3B olarak yapılan parsiyel nefrektomileri karşılaştırdıkları çalışmalarında laparoskopik süresi, sıcak iskemi süresi ve kan kaybı miktarları 3B laparoskopide anlamlı derecede daha düşük olarak bulunmuştur. Patankar ve Padasagi'nin (16) 2017 yılında yayınladıkları çalışmalarında 21 tane 3B, 19 tane 2B laparoskopik piyeloplasti yapılan hastayı karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda diseksiyon, rekonstrüksiyon ve stent takma zamanı 3B laparoskopide anlamlı olarak daha kısa olarak rapor edilmiştir. Bizim serimizde de 3B grupta radikal nefrektomi yapılan hasta sayısı fazla olmasına rağmen, daha kısa operasyon zamanı elde edilmiştir.

3B görüntüleme sistemlerin en büyük üstünlüklerinden birisi de laparoskopik eğitim konusunda olmaktadır. Çalışmalar laparoskopik prosedürlerde yeterlilik kazanmış cerrahlardan ziyade eğitimde olanlarda 3D sistemin açık avantajlarını göstermiştir. Bunun nedenleri arasında gelişmiş koordinasyon ve mekânsal

farkındalık sayılabilir. Romero-Loera ve ark. (19) ilk defa laparoskopi öğrenen hekimleri içeren karşılaştırmalı çalışmalarında, 3B'nin daha yüksek görev tamamlama yüzdeleri, bunları gerçekleştirmede daha az zaman ve 3B ile ilgili daha kısa bir öğrenme eğrisi ile 2B'den daha üstün olduğu sonucuna vardı (17,18).

3B sistemler, robotik cerrahinin belirli avantajlarını daha düşük maliyetle sağlayarak 2B ve robotik arasındaki büyük boşluğu kapatmaya çalışır. Mevcut 3B laparoskopik sistemler, iyi derinlik algısı, cerrahlara daha konforlu ameliyat yapma şansı vermesi, daha uygun maliyetli olma ve hareket kolaylığı avantajları açısından robotik cerrahi sistemlerle karşılaştırılabilir. 3B sistemlerde kule daha hareketlidir ve herhangi bir laparoskopik prosedür için kullanılabilir. Park ve ark. (20) laparoskopi alanında yeni başlayanlar ve kıdemli cerrahları aldıkları ve 2B, 3B, robotik sistemleri karşılaştırdıkları çalışmalarında; robotun yeni başlayanlarda öğrenme aşamasında kolaylık sağladığı, deneyimli cerrahların ise tüm sistemlerde eşit derecede iyi olduğu, 3B laparoskopide ise robota kıyasla daha da hızlı olduklarını gözlemlemişlerdir.

Çalışmamızın olası eksiklikleri, az sayıda hastanın çalışmaya alınmış olması, bu hastalarda incelenen parametrelerin veri kayıpları nedeni ile sınırlı olması, operasyonların deneyimli iki cerrah tarafından gerçekleştirilmesi ve acemi bir cerrahın yer almaması, operasyonun sadece nefrektomi gibi sutur ve rekonstrüksiyon gerektirmeyen bir ameliyat olması sayılabilir. Sonuçlarımızın yeterince güçlü bir çalışma ve daha karmaşık prosedürlerle doğrulanması gerekmektedir.

SONUÇ

3B sistemlerin laparoskopik ürolojik prosedürlerde kullanılması, 2B sistemlere göre daha kısa ameliyat süresi, daha düşük kan kaybı ve daha iyi cerrah performansı ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca 3B sistemler laparoskopi eğitim sürecini daha kolay hale getirerek, zamanla bu sürecin rutin bir parçası olması olasıdır. 3B sistemler, robotik sistemlere göre daha düşük maliyetli olması açısından 2B sistem ile robotik sistem arasındaki boşluğu doldurması da öngörülebilir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için mali destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Etik Kurulu: Bu çalışma için Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Karar No: 2018/314). Çalışma protokolünde, Helsinki Bildirgesi etik kuralları takip edilmiştir.

Yazar Katkıları: Konsept ve dizayn; Nimetigil H; Seçkiner İ; Sevim Ö; Erturhan M; Şen H, Veri toplama; Nimetigil H; Sevim Ö; Erturhan M, Veri analizi ve yorumlama; Nimetigil H; Seçkiner İ; Şen H, Makalenin yazılması; Nimetigil H; Erturhan M, Makalenin içeriğinin gözden geçirilmesi; Nimetigil H; Seçkiner İ; Sevim Ö; Erturhan M; Şen H, İstatistiksel analiz; Nimetigil H, Denetleme; Seçkiner İ; Şen H.

KAYNAKLAR

1. Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW et al. Campbell-Walsh Urology, 9th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007.
2. Robson CJ, Churchill BM, and Anderson W. The Results of Radical Nephrectomy for Renal Cell Carcinoma J. Urol. 1969; 101:297–301.
3. Skinner DG, Colvin RB, Vermillion CD, Pfister RC, Leadbetter WF. Diagnosis and management of renal cell carcinomaA clinical and pathologic study of 309 cases. Cancer. 1971; 28:1165–77.
4. Clayman R V., Kavoussi LR, Soper NJ et al. Laparoscopic Nephrectomy: Initial Case Report. J Urol. 1991;146:278–82.
5. Shuford MD, McDougall EM, Chang SS, LaFleur BJ, Smith JA, Cookson MS. Complications of contemporary radical nephrectomy: comparison of open vs. laparoscopic approach. Urol Oncol Semin Orig Investig. 2004; 22:121–6.
6. Sakata S, Watson MO, Grove PM, Stevenson ARL. The Conflicting Evidence of Three-dimensional Displays in Laparoscopy. Ann Surg. 2016; 263:234–9.

7. Wenzl R, Pateisky N, Husslein P. Erstmaliger Einsatz eines 3D-Videoendoskopes in der Gynäkologie. Geburtshilfe Frauenheilkd. 1993; 53:776–8.
8. Buchs NC, Volonte F, Pugin F, Toso C, Morel P. Three-dimensional laparoscopy: a step toward advanced surgical navigation. Surg Endosc. 2013; 27:692–3.
9. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML et al. The Clavien-Dindo Classification of Surgical Complications. Ann Surg. 2009; 250:187–96.
10. van Bergen P, Kunert W, Bessell J, Buess GF. Comparative study of two-dimensional and three-dimensional vision systems for minimally invasive surgery. Surg Endosc. 1998; 12:948–54.
11. Hanna GB, Shimi SM, Cuschieri A. Randomised study of influence of two-dimensional versus three-dimensional imaging on performance of laparoscopic cholecystectomy. Lancet. 1998; 351:248–51.
12. Pietrabissa A, Scarcello E, Carobbi A, Mosca F. Three-dimensional versus two-dimensional video system for the trained endoscopic surgeon and the beginner. Endosc Surg Allied Technol. 1994; 2:315–7.
13. Yoshida T, Inoue H, Hara E et al. Newly Developed 3D Endoscopic System: Preliminary Experience. Endoscopy. 2003; 35:181–4.
14. Prudhomme T, Roumiguié M, Benoit T et al. Laparoscopy for living donor left nephrectomy: Comparison of three-dimensional and two-dimensional vision. Clin Transplant. 2019; 33:12.
15. Tokas T, Avgeris M, Leotsakos I, Nagele U, Gozen AS. Impact of three-dimensional vision in laparoscopic partial nephrectomy for renal tumors. Türk Üroloji Dergisi/Turkish J Urol. 2021; 47:144–50.
16. Patankar S, Padasalagi G. Three-dimensional versus two-dimensional laparoscopy in urology: A randomized study. Indian J Urol. 2017; 33:226.
17. Honeck P, Wendt-Nordahl G, Rassweiler J, Knoll T. Three-Dimensional Laparoscopic Imaging Improves Surgical Performance on Standardized Ex-Vivo Laparoscopic Tasks. J Endourol. 2012; 26:1085–8.
18. Cicione A, Autorino R, Breda A et al. Three-dimensional vs Standard Laparoscopy: Comparative Assessment Using a Validated Program for Laparoscopic Urologic Skills. Urology. 2013; 82:1444–50.
19. Romero-Loera S, Cárdenas-Lailson LE, de la Concha-Bermejillo F, Crisanto-Campos BA, Valenzuela-Salazar C, Moreno-Portillo M. Skills comparison using a 2D vs. 3D laparoscopic simulator. Cirugía y Cir English Ed. 2016; 84:37–44.
20. Park YS, Oo AM, Son S-Y et al. Is a robotic system really better than the three-dimensional laparoscopic system in terms of suturing performance?: comparison among operators with different levels of experience. Surg Endosc. 2016; 30:1485–90.