

DOI: 10.36719/AEM/2020/02/27-33

Elçin Nizami oğlu Hüseyn
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
Emin Taleh oğlu Məmmədov
Azərbaycan Tibb Universiteti

ROBOT CƏRRAHİYYƏSİNDƏKİ TEXNOLOJİ İNKİŞAFLAR VƏ UROLOJİ CƏRRAHİYYƏDƏKİ YERİ

Açar sözlər: Robot əməliyyatı, texnoloji inkişaf, urologiyada robot

Keywords: Robotic surgery, technological advances, robot in urology

Ключевые слова: роботизированная хирургия, технологические достижения, робот в урологии

Giriş

2000-ci ildə Amerika Qida və Dərman İdarəsi (FDA, Food and Drug Administration) tərəfindən Da Vinci robot cərrahi sisteminin (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) təsdiqlənməsindən sonra son 15 ildə robot cərrahiyyəsi dünyada geniş yayılmışdır. Bəzi müəlliflər bunu bir inqilab kimi izah etsələr də, digərləri bunu sənayenin üstünlüyü hesab edirlər, çünki ənənəvi laparoskopiyadan açıq bir üstünlüyün olması hələ sübut edilməmiş və səmərəli bir əməliyyat metodu deyildir (1). Robot əməliyyatının bəzi üstünlüklərinə əlavə olaraq, cərrahlar və xəstələr tərəfindən çox maraqlı bir sistem olaraq qəbul edilən şərti laparoskopiyanın bəzi məhdudiyyətləri və bazar yönümlü qüvvələr bu texnologiyanın sürətli yayılmasında təsirli olmuşdur. Bu faktlar fonunda mövcud texnoloji inkişaf və robot sisteminin uroloji cərrahiyyədəki yeri araşdırmamızda müzakirə ediləcəkdir.

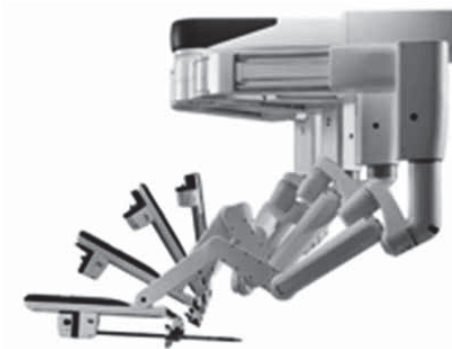
Robot cərrahiyyəsinin üstünlükləri və çatışmazlıqları müvcuddur. Bu gün ən çox qəbul edilən robot sistemi olan “usta-qul” (master-slave) sistemi, uzaqdan idarəetmə pultunda oturan və robotu idarə edən cərrahdan ibarətdir. Bu sistem cərrah üçün daha rahat bir mühit təmin edir. Robot cərrahiyyəsində ikili 3 çipli kamera ilə əldə edilən şəkil böyüdülmüş (10-12X) 3 ölçülü görüntü verir və şərti laparoskopik 3 ölçülü sistemlərdən daha aydın bir təsəvvür yaradır. EndoWrist texnologiyası ilə təchiz edilmiş robot alətlər bədən daxilində manevr və tikiş qabiliyyətini xeyli yaxşılaşdırdı. Bu yolla, adi laparoskopiya ilə müqayisədə bədənin çətin əldə olunan bölgələrində daha rahat hərəkət etmək mümkündür. Bu, xüsusilə intensiv yenidənqurma tələb edən əməliyyatlarda vacib bir üstünlük təmin edir. Bu üstünlüklərə əlavə olaraq robot cərrahiyyə dünyada “tele-cərrahiyyə” kimi çox fərqli bir perspektiv təklif edir. Beləliklə, 2001-ci ildə Marescaux et al. (2) Strasburqdakı bir xəstəyə, New Yorkdan 6115 km məsafədə bir Zevis robot sistemi ilə “transatlantik robot xolesistektomiya” əməliyyatı edildi.

Yüksək maliyyə və toxunma hissinin olmaması robot əməliyyatının əsas çatışmazlıqlarıdır. İndiyə qədər texnoloji inkişafı nəzərə alsaq, çox yaxın gələcəkdə yeni nəsillə robotların tam emosional robotlar olacağını təxmin etmək olar. Bu səbəbdən robot əməliyyatının ən böyük problemi maliyyə xərci hesab edilə bilər. Ədəbiyyatda birbaşa maliyyə xərci digər cərrahi seçimlərlə müqayisə edən məhdud və heterojen tədqiqatlar mövcuddur. Bununla birlikdə, hazırkı araşdırmalarda robot cərrahiyyəsinin həm laparoskopiya, həm də açıq əməliyyatlara nisbətən bir çox əməliyyat üçün daha yüksək maliyyə xərclərinin olduğu göstərilmişdir (3,4). Əslində, robot əməliyyatının heç birinin xərcli bir əməliyyat olmadığı bildirildi (5). Ədəbiyyatda robot cərrahiyyəsi ilə bağlı aparılan müzakirələrin əsas istiqaməti maliyyələşdirmədir. Gələcəkdə məsrəf probleminin həll olunma biləcəyi hələlik məlum deyil. Bununla birlikdə, dəyəri necə azaltmaqla bağlı bəzi araşdırmalar var. Mövcud bir araşdırmada, ligasyures və damar mastikləri kimi bahalı alətlər əvəzinə “Hem-o-lok klip”ləri və s. istifadə olunur. Daha ucuz materiallardan istifadə etməklə maya dəyəri 40% azaldıla biləcəyi göstərilmişdir (6). Bir işin dəyəri bu şəkildə azaldılsa da, sistemin quraşdırma dəyəri, illik istismar dəyəri və robotun qol maliyyə xərcləri nəzərə alınarsa, xərc səmərəliliyi probleminin uzun müddət davam edəcəyi düşünülür. Gələcəkdə yeni nəsillə modellərin yayılması ilə birinci nəsillə modellərin qiyməti azalda bilər.

2. Robot Cərrahiyyəsindəki mövcud texnoloji inkişaf və gələcək

2.1. Yeni nəsillə robotlar

“Intuitiv Surgical Inc.” tərəfindən istehsal olunan “da Vinci Xi” modeli köhnə modellərə nisbətən daha uzun vaxt və incə alətlərə malikdir. Bu şəkildə, bir çox anatomik məkanda daha asan manevr təklif edir. İncə incələnmiş 8 mm kamera sayəsində fərqli portlara görə şəkillər fərqli açılardan təmin edilə bilər. Kamera və yeni qol quruluşu ilə eyni yerlərdə təkrar yerləşdirilmədən eyni vaxtda əməliyyat edilə bilər (Şəkil 1).



Şəkil 1. Da Vinci xi Sistemi.

Eindhoven Texnologiya Universiteti tərəfindən hazırlanan portativ robot Sofie (Surgeon's Operating Force-Feedback Interface Eindhoven) qollardakı toxunma hissələrini (güc rəyi) birləşdirir; bu sayədə cərrahın alətlərin tətbiq etdiyi gücünü hiss etməsinə imkan verir (Şəkil 2).



Şəkil 2. Sofiya Robot Sistemi.

Bu inkişaf gələcəkdə hissələrə sahib olacaq robotlar üçün ilk addım hesab edilə bilər. Şirkət Adı Titan Medical Inc. Amadeus (Toronto, Ontario, Kanada) tərəfindən hazırlanmış və inteqrasiya edilmiş telemanipulyator, Washington Universiteti tərəfindən hazırlanmış Raven robot sistemləri gələcəkdə tele-əməliyyatların asanlaşdırılması üçün hazırlanmışdır.

2.2. Yeni Alətlər

Robot əməliyyatı zamanı eyni vaxtda toxuma xarakteri və patoloji haqqında məlumatların olması üçün müxtəlif tədqiqatlar aparılır. Işıq yayan diod inteqrasiya edilmiş alətlər toxuma oksigenləşməsinə və işemiyəni təyin etmək üçün hazırlanmışdır (7). Stealth Station System (Medtronic Inc., USA) tərəfindən hazırlanmış "Robotik Sinxron Təsvir Füzyon Sistemi" rentgen, kompüter tomoqrafiyası, maqnetik rezonans görüntüləmə və robotun ultrasəs müayinəsi kimi görüntü metodlarının birləşməsidir. Bu şəkildə əməliyyat zamanı şəkillər addım-addım çəkilə bilər. Eyni məntiqlə, elastografiya, spektroskopiya, histoloji tarama və ya nanohissəciklər, patoloji marjlar (məsələn, cərrahi marj) və toxuma patoloji simvolları kimi digər texnologiyaların inteqrasiyası ilə əməliyyat zamanı müəyyən edilə bilər. Bu inkişaf natiçəsində bəlkə də gələcəkdə əməliyyatdan sonrakı patoloji müayinəsinə ehtiyac olmayacaqdır.

"ProPep Sinir Müəyyənləşdirmə Sistemi" əməliyyat zamanı makroskopik olaraq görünməyən sinirləri müəyyən etmək üçün öyrənilən bir sistemdir. Bu sayədə sinir qoruyan əməliyyatın uğuru artırıla bilər və erektil disfonksiyon və inamsızlıq kimi ağırlaşmalar əməliyyatdan sonra tarixə çevrilə bilər. Digər texnologiya, əməliyyat zamanı duman, qanaxma və artıq maddə yığılması səbəbindən görüntünün itirilməsidir. Flosshield texnologiyası obyektivdə bir karbon qazı maneəsi yaratmaq və linzaları avtomatik və tez təmizləməklə bu problemi aradan qaldırmağı hədəfləyir. Bu ümidverici tədqiqatlar sayəsində gələcəkdə ağır qanaxma olduqda açıq əməliyyata keçmək əvəzinə, qanla doldurulmuş ərazidə tikişlər atıla bilər. Bu yeni araşdırmalarla əlaqədar hazırda ədəbiyyat məlumatı yoxdur.

3. Robotik Laparo-Endoskopik Birtərəfli Cərrahiyyə və Robotik Təbii Külvertdən Transluminal Endoskopik Cərrahiyyə

Əyri ilan kimi qollar və hörümçək cərrahiyyə sistemi laparo-endoskopik birtərəfli əməliyyat (laparoendoscopic single site surgery - LESS) və təbii yetişmədən (natural orifice transluminal endoscopic

surgery - NOTES) edilən transluminal endoskopik cərrahiyyə üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu əməliyyatlar adı laparoskopik avadanlıqlarla texniki cəhətdən çətin olduğundan, robototexnika - LESS (R-LESS) və robototexnika - NOTES (R-NOTES) ideyası irəli sürüldü. 2009-cu ildə Kaouk və digərləri Klivlend Klinikasının qabaqcıl Laparoskopik və Robotik Cərrahiyyə Mərkəzindən. (9) da Vinci S robotu (Intuitiv, Sunnyvale, CA, USA) və çox kanallı tək port (R-port, Advanced Surgical Concept, Dublin, Ireland) istifadə edərək radikal prostatektomiya, radikal nefrektomiya və parçalanmış pyeloplastika hallarını təqdim etdi. 2011-ci ildə eyni müəllifin təqdim etdiyi çox mərkəzli təhlildə R-LESS-in 1076 LESS hadisəsinin 13% -də tətbiq olunduğu bildirildi (10). Sonrakı müddətdə müxtəlif mərkəzlər təcrübələrini dərc etdilər. Ancaq ədəbiyyatdakı araşdırmaların heç biri təsadüfi-perspektivli deyil. Mövcud tədqiqatlarda, R-LESS, adı LESS ilə müqayisədə bədəndaxili tikiş, alətlərin bükülməsi və parçalanma baxımından bəzi üstünlüklərə sahib olduğu göstərilmişdir. Digər tərəfdən, R-LESS, alətlərin toqquşması, köməkçi üçün kifayət qədər maneə sahəsinin olmaması və giriş üçün daha böyük təşəbbüs tələb edilməsi kimi çatışmazlıqlara malikdir. Bu problemləri aradan qaldırmaq üçün yeni nəsillə Da Vinci Tek saytlı TM hazırlanmışdır (Şəkil 3).



Şəkil 3. Da Vinci tək saytlı robot sistemi

Bununla birlikdə, sistem hələ də inkişaf etmiş sınaq mərhələsindədir. Eynilə, R-LESS üçün hazırlanmış robot end effektləri (YRUK-a daxil edilə bilən robot son effektləri) üçün platforma Kolumbiya Universiteti tərəfindən tərtib edilmişdir (Şəkil 4). On beş mm kəsiklə qarın içərisinə yerləşdirilə bilən YRUK platformasının fərqləndirici xüsusiyyətləri; İki seqmentə bölünməyən paralel kinematik quruluşda çox yüksək maneə qabiliyyətli qollara malikdir və ümumi çəkisi cəmi 8,2 kq-dır. Hal-hazırda heyvan modelləri üzərində sınaq mərhələsində olan sistem gələcəkdə R-LESS üçün olduqca perspektivli olaraq qalır (12, 13).



Şəkil 4. Yerləşdirilə bilən robot üç qollar single-site robot sistemi

Bundan əlavə, endoskopik şəkildə yerləşdirilən və kənardan kablesiz idarə oluna bilən intraabdominal miniatür robotlarla bağlı işlər sürətlə davam edir (14). Ancaq ədəbiyyat haqqında məlumat hələ mövcud deyil.

R-NOTES haqqında hələ çox məhdud məlumatlar var. Kadavr modellərində transvaginal R-NOTES nefrektominin, transrektal R-NOTES nefrektominin və adrenaektomiyanın tətbiqliyi son zamanlar göstərilmişdir (15,16). Bundan əlavə, 2012-ci ildə transvaginal hibrid NOTES robotlu donor nefrektomiyası hadisəsi baş vermişdi (17).

4. Urologiyada Robot Cərrahiyyəsinin yeri

Urologiyada robot əməliyyatının aparıldığı əsas əməliyyatlar radikal nefrektomiya, qismən nefrektomiya, sadə nefrektomiya, donor nefrektomiyası, pyeloplastika, adrenaektomiya, ureteroneosistostomiya, radikal prostatektomiya, radikal sistektomiya / neobladder və sakrokolopeksdir. Bu hissədə robotun geniş istifadə etdiyi əməliyyatlar müzakirə ediləcək.

4.1. Robot Yardımlı Radikal Nefrektomi

Ədəbiyyatda, robotla köməkçi radikal nefrektomi (RRN) ilə laparoskopik radikal nefrektomiya (LRN) ilə müqayisə edilən bir araşdırmada, oxşar fəsad dərəcələrinin (18%) və daha uzun əməliyyat müddətinin RRN ilə müqayisə edildiyi bildirildi. Tədqiqatda, RRN-in lokallaşdırılmış böyrək hüceyrə karsinoması (renal cell cacinoma RCC) üçün LRN-dən əhəmiyyətli bir üstünlüyünün olmadığı vurğulanmışdır (18). Onkoloji və funksional uzunmüddətli məlumatların olmaması və yüksək xərclər nəzərə alınmaqla, RRN texniki tələb baxımından həddən artıq müalicə hesab edilə bilər. Bununla birlikdə, bəzi müəlliflər, RRN-nin robotla köməkçi qismən nefrektomiya (RPN) (19) kimi daha mürəkkəb və daha rekonstruktiv əməliyyatlar üçün faydalı bir məşq platforması ola biləcəyini iddia edirlər.

4.2. Robot Yardımlı qismən nefrektomiya

İlk RPN hesabatı 2004-cü ildə dərc edilmişdir (20). Ötən dövrdə fakt seriyalı, müqayisəli araşdırmalar və metaanaliz tədqiqatları dərc edilmişdir. Ədəbiyyatda, 400 hadisəni əhatə edən ən böyük tək mərkəzli RPN seriyasında 2.7% intraoperativ və 15.3% əməliyyat sonrası fəsad dərəcələri bildirildi, bunun əksəriyyətinin aşağı dərəcəli ağırlaşmalar olduğu bildirildi (21). RPN və laparoskopik qismən nefrektomiya (LPN) ilə müqayisədə oxşar nəticələr erkən onkoloji nəticələr, xəstələnmə, xəstəxanada qalma müddəti, əməliyyat müddəti, əməliyyatda qan itkisi və ifşa dərəcələri baxımından bildirilmişdir. Bununla birlikdə, RPN-də daha qısa isti işemiya vaxtı var (22). Bütün bu məlumatlara əsasən RPN-nin LPN-ə etibarlı alternativ olduğunu söyləmək olar. Bununla birlikdə, RPN-in uzun müddətli onkoloji nəticələri və böyrək funksiyasına təsiri barədə hələ kifayət qədər məlumat yoxdur. Gələcəkdə LPN-in LPN-ni uzunmüddətli nəticələrinin dərc edilməsi ilə əvəz edə biləcəyini proqnozlaşdırmaq olar.

4.3. Robotik Yardımlı Pyeloplastika

Robotla köməkçi pyeloplastika (RP) və laparoskopik pyeloplastiya əməliyyat müddəti, uğur və fəsad dərəcələri baxımından oxşar nəticələrə malikdir. Ancaq bu nəticələrin əksəriyyəti pediatrik tədqiqatlardan gəlir (23). Yetkinlərdə RP ilə əlaqəli məlumatlar çox məhduddur. RP-nin yerini aydınlaşdırmaq üçün daha çox iş tələb olunur.

4.4. Robotik Yardımlı Laparoskopik Radikal Prostatektomiya

Robot əməliyyatı urologiyada deyildikdə ağla gələn ilk şey radikal prostatektomiyadır. 2000-ci ildə robotla köməkçi laparoskopik radikal prostatektomiya (R-LRP) Binder və Kramer (24) tərəfindən təyin edildikdən sonra, R-LRP bir çox inkişaf etmiş mərkəzdə lokallaşdırılmış prostat xərçənginin idarə edilməsində standart bir yanaşma halına gəldi. Bununla birlikdə, ədəbiyyatda qızıl standart kimi qəbul edilən R-LRP-ni LRP və açıq radikal prostatektomiya (ARP) ilə müqayisə edən heç bir dəlil səviyyəsi yoxdur. Məlumatların əksəriyyəti sübut səviyyələri 2 və 3 ilə aparılan tədqiqatlardan gəlir.

R-LRP-nin uzunmüddətli onkoloji nəticələri (biokimyəvi təkrarlanma, xəstəlik olmadan sağ qalma) barədə kifayət qədər məlumat yoxdur. Buna görə R-LRP-nin onkoloji effektivliyini qiymətləndirmək üçün ən etibarlı parametrlər cərrahi marja pozitivliyi kimi qəbul edilir. Yaxşı hazırlanmış işlərin metaanalizində, R-LRP-nin digər iki üsulla oxşar və ya daha aşağı cərrahi marja pozitivliyinə sahib olduğu bildirildi (25,26). Orta müddətli (5 illik) onkoloji nəticələrin (biokimyəvi təkrarlanmadan sağ qalma) təhlil edildiyi retrospektiv araşdırmada hər üç üsul arasında fərq olmadığı bildirildi (27).

R-LRP'nin ARP ilə müqayisədə daha az qan itkisi və daha az transfuziya nisbətində sahib olduğu və əməliyyatdan sonra ümumi ağırlaşmalar baxımından minimal üstünlüklərə sahib olduğu bildirildi (28). R-LRP-nin LRP və ARP-dən üstün üstünlüyü funksional nəticələrdir (davamlılıq və erektil funksiyanın yaxşılaşdırılması). Coelho et al. (26) tərəfindən yaxşı hazırlanmış müqayisəli tədqiqatların metaanalizində R-LRP daha yüksək orta davamiyyətə sahibdir (R-LRP: 92%, LRP: 84.8%; ARP: 79%) və 12 ay təqibdə potensial nisbətləri (ikitarəfli sinir). qoruyucu R-LRP: 93.5%; ikitərəfli sinir qoruyucu LRP: 54%). Ficarra et al. Oxşar nəticələr (29) (30) tərəfindən aparılan son meta analiz tədqiqatlarında bildirilmişdir. Bütün bu sahələrdə (davamlılıq, potensial, fəsadlar və onkoloji məlumatlar), cərrahın təcrübəsi və klinikanın davranış həcmnin güclü proqnozlaşdırıcı amillər olduğunu nəzərə almaq lazımdır (31).

Robot sisteminin quraşdırıldığı bir çox klinikada dəlil səviyyəsinin öyrənilməməsi və daha yüksək xərclərin olmasına baxmayaraq, adi laparoskopiyaya və ya açıq əməliyyat yerinə robotik cərrahiyyə ilə radikal prostatektomiya işləri aparılır. Buna təsir edən əsas amillər; açıq əməliyyatın morbidliyi, radikal prostatektomiyada adi laparoskopiyanın çətinliyi, R-LRP-nin daha yaxşı funksional nəticələri və cərrahların robot sistemini mənimsəməsi.

4.5. Robot Köməyi ilə Radikal Sistektomiya

İlk olaraq, 2003-cü ildə Prof. Menon et al. (32), robotla dəstəklənən radikal sistektomiyanın (RRS) tətbiqi və etibarlılığı cari tədqiqatlarla sübut edilmişdir. Cəmi 962 hal olan 14 tədqiqatın cari metaanalizində, açıq

radikal sistektomiya ilə müqayisədə RRS-nin qan tökülməsi, perioperativ transfüzyon dərəcəsi, perioperativ ağırlaşmalar, daha çox limfa düyünlərinin çıxarılması və xəstəxanada qalma baxımından üstünlüklü olduğu bildirildi (33).

RRS-də sidik ifrazı kəllədaxili və ya ekstrakorporal şəkildə həyata keçirilə bilər. Beynəlxalq robot sistektomiya konsertiumu tərəfindən aparılan müqayisəli bir tədqiqatda, əməliyyatdan sonrakı ilk 90 gündə kəllədaxili dalğalanmanın daha az ağırlaşma riski ilə əlaqəli olduğu bildirildi (34). Çevrilmə texnikasının seçilməsi cərrahın təcrübəsindən və üstünlüklərindən asılıdır. Bununla birlikdə, əksər mərkəzlərdə kəllədaxili metodun çətinliyi və ağırlaşması səbəbindən ekstrakorporal təxribata mini-laparotomiya ilə üstünlük verilir.

Bu gün qızıl standart metod, seçilmiş xəstələrdə əzələ invaziv kisəsi xərçəngi və yüksək riskli qeyri-invaziv kisəsi xərçəngində pelvik limfa düyününün parçalanması ilə açıq radikal sistektomiya olaraq qəbul edilir. RRS perioperativ və uzunmüddətli fəsadlar baxımından açıq radikal sistektomiya ilə müqayisə edilə bilər. Bununla yanaşı, uzun müddətli onkoloji təhlükəsizlik və RRS-nin effektivliyi ilə bağlı dəqiq bir məlumat yoxdur. Gələcəkdə uzunmüddətli onkoloji nəticələri ilə, uroloji cərrahiyyədəki yeri aydın olacaq.

4.6. Robot Köməyi ilə Sakrokolpopeksiya

Robotik sakrokolpopeksiyanı (RS) açıq və laparoskopik üsulla müqayisə edən işlər olduqca məhduddur. Mövcud tədqiqatlarda, RS-nin etibarlı və təsirli olduğu, açıq texnika ilə oxşar müalicə nisbətləri olduğu (95-100%), daha sürətli bərpa müddəti və açıq texnikadan (35) daha az xəstələnmə olduğu göstərilmişdir. RS-ni şərti laparoskopiya ilə müqayisə edən bir randomizə edilmiş bir tədqiqatda, bir illik təqibdə (36) funksional nəticələr baxımından heç bir fərq tapılmadı. RS-nin dəqiq yeri üçün xüsusilə şərti laparoskopiya ilə müqayisə olunan uzun müddətli məlumatlar lazımdır.

Nəticə

Robot cərrahiyyəsi bir çox sahədə olduğu kimi uroloji əməliyyatlar üçün də çox fərqli bir perspektiv təklif edir. Bu çərçivədə, xüsusilə sürətlə qloballaşan dünyada tele-cərrahiyyə önümüzdəki illərdə daha çox gündəmdə olacaqdır. Robot əməliyyatının ilk tətbiqindən 15 il sonra, uroloji tətbiqlərdə yeri və mövqeyi aydınlaşmağa başladı. Xüsusilə daha çox rekonstruksiya tələb edən uroloji əməliyyatlarda digər üsullara əhəmiyyətli üstünlüklər verildiyi göstərilmişdir. Əsas çatışmazlıq olan maliyyə xərc səmərəliliyi, bütün robot əməliyyatları üçün müzakirə mövzudur. Yeni çıxan texnologiyalar maliyyə xərc yükünü bərabərində gətirəcəkdir. Ancaq zaman keçdikcə kühnə nəsil sistemlərin ümumi dəyəri azaldıla bilər. Gələcəkdə, xərc problemi əhəmiyyətli dərəcədə aradan qalxsa, robot cərrahiyyə intensiv yenidən qurulma tələb edən uroloji əməliyyatlar üçün, xüsusən də qismən nefrektomiya, pyeloplastika, radikal prostatektomiya və radikal sistektomiya üçün qızıl standart metod olacaqdır.

Ədəbiyyat

1. Kaye DR, Mullins JK, Carter HB, et al. Robotic surgery in urological oncology: patient care or market share? *Nat Rev Urol* 2015; 12:55-60.
2. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, et al. Transatlantic robotassisted telesurgery. *Nature* 2001;413:379-80.
3. Yang DY, Monn MF, Bahler CD, et al. Does robotic assistance confer an economic benefit during laparoscopic radical nephrectomy? *J Urol* 2014;192:671-6.
4. Yu HY, Hevelone ND, Lipsitz SR, et al. Use, costs and comparative effectiveness of robotic assisted, laparoscopic and open urological surgery. *J Urol* 2012;187:1392-8.
5. Lotan Y. Is robotic surgery cost-effective: no. *Curr Opin Urol* 2012; 22:66-9.
6. Delto JC, Wayne G, Yanes R, et al. Reducing robotic prostatectomy costs by minimizing instrumentation. *J Endourol* 2015;29:556-60.
7. R. P, Roan, S. A, et al. An Instrumented Minimally Invasive Surgical Tool: Design and Calibration. *Applied Bionics and Biomechanics* 2011;8:173-90.
8. Eljamel S, Petersen M, Valentine R, et al. Comparison of intraoperative fluorescence and MRI image guided neuronavigation in malignant brain tumours, a prospective controlled study. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2013;10:356-61.
9. Kaouk JH, Goel RK, Haber GP, et al. Robotic single-port transumbilical surgery in humans: initial report. *BJU Int* 2009;103:366-9.
10. Kaouk JH, Autorino R, Kim FJ, et al. Laparoendoscopic singlesite surgery in urology: worldwide multi-institutional analysis of 1076 cases. *Eur Urol* 2011;60:998-1005.
11. Samarasekera D, Kaouk JH. Robotic single port surgery: Current status and future considerations. *Indian J Urol* 2014;30:326-32.

12. Ding J, Goldman RE, Xu K, et al. Design and Coordination Kinematics of an Insertable Robotic Effectors Platform for Single-Port Access Surgery. *IEEE ASME Trans Mechatron* 2013;1612-24.
13. Simaan N, Bajo A, Reiter A, et al. Lessons learned using the insertable robotic effector platform (IREP) for single port access surgery. *J Robot Surg* 2013;7:235-40.
14. Morgan M, Olweny EO, Cadeddu JA. LESS and NOTES instrumentation: future. *Curr Opin Urol* 2014;24:58-65.
15. Laydner H, Autorino R, Isac W, et al. Robotic retroperitoneal transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) nephrectomy: feasibility study in a cadaver model. *Urology* 2013;81:1232-7.
16. Eyraud R, Laydner H, Autorino R, et al. Robot-assisted transrectal hybrid natural orifice transluminal endoscopic surgery nephrectomy and adrenalectomy: initial investigation in a cadaver model. *Urology* 2013;81:1090-4.
17. Kaouk JH, Khalifeh A, Laydner H, et al. Transvaginal hybrid natural orifice transluminal surgery robotic donor nephrectomy: first clinical application. *Urology* 2012;80:1171-5.
18. Hemal AK, Kumar A. A prospective comparison of laparoscopic and robotic radical nephrectomy for T1-2N0M0 renal cell carcinoma. *World J Urol* 2009;27:89-94.
19. Rogers C, Laungani R, Krane LS, et al. Robotic nephrectomy for the treatment of benign and malignant disease. *BJU Int* 2008;102:1660-5.
20. Gettman MT, Blute ML, Chow GK, et al. Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system. *Urology* 2004;64:914-8.
21. Kaouk JH, Khalifeh A, Hillyer S, et al. Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy: step-by-step contemporary technique and surgical outcomes at a single high-volume institution. *Eur Urol* 2012;62:553-61.
22. Aboumarzouk OM, Stein RJ, Eyraud R, et al. Robotic versus laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2012;62:1023-33.
23. Sukumar S, Sun M, Karakiewicz PI, et al. National trends and disparities in the use of minimally invasive adult pyeloplasty. *J Urol* 2012;188:913-8.
24. Binder J, Kramer W. Robotically-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU Int* 2001;87:408-10.
25. Tewari A, Sooriakumaran P, Bloch DA, et al. Positive surgical margin and perioperative complication rates of primary surgical treatments for prostate cancer: a systematic review and meta-analysis comparing retropubic, laparoscopic, and robotic prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:1-15.
26. Coelho RF, Rocco B, Patel MB, et al. Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: a critical review of outcomes reported by high-volume centers. *J Endourol* 2010;24:2003-15.
27. Magheli A, Gonzalgo ML, Su LM, et al. Impact of surgical technique (open vs laparoscopic vs robotic-assisted) on pathological and biochemical outcomes following radical prostatectomy: an analysis using propensity score matching. *BJU Int* 2011;107:1956-62.
28. Novara G, Ficarra V, Rosen RC, et al. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:431-52.
29. Ficarra V, Novara G, Rosen RC, et al. Systematic review and meta-analysis of studies reporting urinary continence recovery after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:405-17.
30. Ficarra V, Novara G, Ahlering TE, et al. Systematic review and meta-analysis of studies reporting potency rates after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol* 2012;62:418-30.
31. Montorsi F, Wilson TG, Rosen RC, et al. Best practices in robot-assisted radical prostatectomy: recommendations of the Pasadena Consensus Panel. *Eur Urol* 2012;62:368-81.
32. Menon M, Hemal AK, Tewari A, et al. Nerve-sparing robot-assisted radical cystoprostatectomy and urinary diversion. *BJU Int* 2003;92:232-6.
33. Li K, Lin T, Fan X, et al. Systematic review and meta-analysis of comparative studies reporting early outcomes after robot-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy. *Cancer Treat Rev* 2013;39:551-60.
34. Ahmed K, Khan SA, Hayn MH, et al. Analysis of intracorporeal compared with extracorporeal urinary diversion after robot-assisted radical cystectomy: results from the International Robotic Cystectomy Consortium. *Eur Urol* 2014;65:340-7.
35. Geller EJ, Siddiqui NY, Wu JM, et al. Short-term outcomes of robotic sacrocolpopexy compared with abdominal sacrocolpopexy. *Obstet Gynecol* 2008;112:1201-6.

36. Paraiso MF, Jelovsek JE, Frick A, et al. Laparoscopic compared with robotic sacrocolpopexy for vaginal prolapse: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol* 2011; 118:1005-13.

Technological developments in robotic surgery and their place in urological surgery

Summary

In our study, the place of robotic surgery in the field of urology with current technological developments is discussed. There have been dizzying developments regarding robotic surgery in the last 15 years. In these developments, urological surgery was at the forefront. Thanks to the innovations of robotic surgery in urology practice, some technical limitations in conventional laparoscopy have been overcome. The technical limitation and operation difficulty of conventional laparoscopy in surgeries requiring reconstruction have been resolved significantly with robotic surgery. Despite these superior advantages, high cost remains the most important disadvantage of the method. In literature, the main focus of discussions on robotic surgery is cost. If the cost problem disappears in the future, robotic surgery will be the gold standard method especially for surgeries requiring more reconstruction such as partial nephrectomy, pyeloplasty, radical prostatectomy and radical cystectomy.

Технологические события в роботической хирургии и их место в урологической хирургии

Резюме

В нашем исследовании обсуждается место роботизированной хирургии в области урологии с современными технологическими разработками. За последние 15 лет произошли головокружительные события в области роботизированной хирургии. В этих событиях урологическая хирургия была на переднем крае. Благодаря инновациям роботизированной хирургии в урологической практике, некоторые технические ограничения в традиционной лапароскопии были преодолены. Техническое ограничение и сложность операции обычной лапароскопии при операциях, требующих реконструкции, были значительно разрешены с помощью роботизированной хирургии. Несмотря на эти превосходящие преимущества, высокая стоимость остается наиболее важным недостатком способа. В литературе основным предметом обсуждения роботизированной хирургии является стоимость. Если проблема стоимости исчезнет в будущем, роботизированная хирургия станет золотым стандартом, особенно для операций, требующих дополнительной реконструкции, таких как частичная нефрэктомия, пиелопластика, радикальная простатэктомия и радикальная цистэктомия.

Məqalə tarixçəsi

Göndərilib: 24.01.2020

Qəbul edilib: 26.01.2020