

TEKNOLOJİ ve CERRAHİ

Cerrahide teleoperasyon, telerobotikler ve televarlık

R.M. SATAVA, I.B. SIMON (*)

ÖZET

Teleoperasyon , telerobotikler ve televarlık kavramları tanımlandı. Bu prensipleri gösterebilmek için, kimi klinik pratikte kullanılan kimi ise prototip halinde mevcut cerrahi sistemlerden yararlanıldı. Geleceğin cerrahisine bir çerçeve oluşturmak amacı ile bu teknolojilerin önemi ve diğer ileri teknolojilerle ilişkisi gösterildi.

Anahtar kelimeler:

Laparoskopik cerrahi, cerrahide tamamen teknolojiye bağımlı ve onun tarafından yönetilen bir çağın yolunu açmıştır. Bu değişimin alt yapısını dijital görüntüleme ve uzaktan manipülasyon oluşturmaktadır. Cerrahinin yeni jenerasyonu, basit laparoskopinin ötesine geçerek teleoperasyon, telerobotikler ve televarlık teknolojilerini uygulamaya sokacaktır. Bu teknolojilerden her birisi özel yapısı ile değişik uygulamalarda yararlı olmaktadır. Aşağıdaki tanımlamalar Sheridan'ın ⁽¹⁾ mühendislik sınıflamasının bir modifikasyonu esas alınarak yapılmıştır.

Teleoperasyon: Efendinin direkt kontrolü altında bire bir efendi/köle ilişkisi ile uzaktan manipulasyon.

Telerobotik: Burada gerçekleştirilen uzaktan manipulasyonda köle manipulatörün zekası ve kendisine ait işlemleri söz konusu olup, efendi yalnızca denetleyici konumundadır.

SUMMARY

Teleoperation, telerobotics and telepresence in surgery

The concepts of teleoperation, telerobotics and telepresence are presented and defined. Current surgical systems, some in clinical practice and others in prototype demonstration are used to illustrate each of these principles. The importance and impact of these technologies and their relation to other advanced technologies are illustrated to project a framework for the future of surgery.

Key words:

Televarlık: Burada bire bir efendi/köle ilişkisi ile uzaktan manipulasyon gerçekleşmekte ancak birçok sensoryal verinin ilave edilmesi ile (3 boyutlu görüntü, stereofonik ses, dokunma hissi vb) gerçekten kontrol edilen yerde olma duygusu yaratmaktadır.

Yukarıdaki tanımlamalardan da anlaşılacağı gibi robotiklerin ilave edilmesi ile çok önemli bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Telerobotikte sistemin "yapay zeka" olarak adlandırılan kendi zekası olup işlemin bir kısmı veya tamamı robot tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmekte ve efendi burada yalnızca denetleyici rol oynamaktadır. Teleoperasyon ve Televarlıkta ise manipulatuar sistem, insan olan işletici için zeka yoğunluğunu artırarak (Intelligence Amplification) görev yapmaktadır.

Dr. Frederic Brooks ⁽²⁾, Yapay Zeka (AI) ile zeka yoğunluğunun artması (IA) arasındaki temel farklılığı ortaya koymuştur. Robotiklerde mevcut olan yapay zeka (AI) insan zekasının yerine geçmekte, teleoperasyon ve televarlık da

(*) U.S. Army Hospital Monterey (Ft. Ord), California, USA

ise zeka yoğunluğunun artması (IA), kişinin yeteneklerini arttırmada kullanılmaktadır. Robotiklerde insanın makine ile yer değiştirmesi söz konusu iken teleoperasyon/televarlıkta insan bir halkanın parçası olup zekası yer değiştirmez. Bir sistemin uygulanmasının diğerlerinden daha iyi olduğu bazı durumlar mevcuttur.

Robotikler çok sık tekrarlayan, sıkıcı, insanı çabuk yoran veya insan fizyolojisinin sınırları dışında, aşırı mekanik doğruluk ve hassasiyet gerektiren işlemler için idealdir. Öte yandan, girişim sırasında büyük değişikliklerin olduğu, ancak hissetme ve hassasiyet artışının cerrahın imkanlarını arttırabildiği durumlarda teleoperasyon ve televarlık tercih edilebilir. Bu iki modalitenin birlikte kullanımına bazen gereksinim duyulabilir. Bazı durumlarda işlemin büyük bir kısmı televarlık ile yapılırken kısa, özel ve kritik bir detay için robotik yardım uygulanabilir.

Günümüzde araştırmaların durumu

Günümüzde mevcut olan 3 sistem bu alanda öncülük etmektedir. Mr. John Wickham teleoperasyonla prostatın transüretal rezeksiyonunu gerçekleştirmekte, Dr. Hap Paul telerobotikle femoral protezler yerleştirmekte, Philip Green'in prototip sistemi televarlık ile laparoskopik cerrahiye ışık tutmaktadır.

Wickham'ın transüretal rezeksiyonda kullandığı teleoperasyon cihazı hastanın perinesi içerisinde bir emniyet çerçevesi oluşturmaktadır (3). Manipülatör kolun ucunda yer alan hassasiyet ve büyük bir doğrulukla otomatize edilmiş rezeksiyon enstrümanı, bilgisayar kontrolü yardımı ile operasyonu gerçekleştiren ürolog tarafından yönetilir. Sonuçta prostat dokusunun en kısa sürede, en az kan kaybı ile ve büyük bir hassasiyet ve doğrulukla rezeksiyonu sağlanır. Bu konuda 30 hasta üzerinde yapılan klinik bir çalışmanın sonuçları daha önce yayınlanmıştır (4).

Dr. Paul'ün telerobotu ise hastanın femurunun bilgisayarlı tomografisinin, yerleştirilecek pro-

tezin tomografisi ile karşılaştırılmasından yararlanmaktadır. Bilgisayar ile bu iki tomografi birleştirilerek telerobota (gerçekte robotik kola monte edilmiş ortopedik matkap) protezin yerine büyük bir hassasiyet ve doğrulukla uyabilmesi için femurda en uygun deliğin açılması öğretilir. Operasyon sırasında femur boynu çıkarıldıktan sonra robot kol yerleştirilir ve cerrahın bir düğmeye basması ile robot femoral shaftı deler.

Daha sonra cerrahın protezi yerleştirmesi ve insizyonu kapatması ile sonlanır. Bu metod ile yerleştirilen porlu protez, kemiğe çok iyi bir şekilde yerleştirildiği için daha sonra oluşacak kemik büyümesi daha stabil bir fiksasyon sağlar. Veteriner hekimlikte köpekler üzerinde bu şekilde yapılan protez yerleştirmeleri tamamlanmış olup bir protokol içerisinde ilk hastaların sonuçları incelenmiştir.

Green'in televarlık cerrahi sistemi ise abdominal cerrahi işlemlerin uzak bir yerden fakat operasyon sahasında olma hissini yaratacak gerçeklikte yapılmasını sağlayacak komplike bir sistemdir (6). Prototip sistem, operasyon yeri (stereoskopik kamera, stereofonik mikrofon ve uzaktaki manipulatör) ve cerrahi kumanda merkezinden (3 boyutlu videomonitör, stereofonik ses, güç ve dokunma hissini algılanması ile enstrümanların büyük bir doğrulukla kullanılması) oluşturmaktadır.

Cerrahi kumanda merkezinde oturan cerrah gerçekten açık bir karında operasyon yapma ve cerrahi enstrümanları gerçekten hissetme ve kullanma duygularını yaşar. Bu sistemin günümüzde gerçekleşmiş şekli sabit, monte edilmiş stereoskopik kameraların yer aldığı tek elle kullanılan manipulatörlerdir. Günümüzde sistemi laparoskopik cerrahideki konfigürasyona uygun şekile getirecek gelişmeler mevcuttur.

Tartışma

Teleoperasyon, telerobotik ve televarlıkdaki gelişmiş teknolojilerin amacı hastaya daha emin, daha hızlı ve daha hassas cerrahi işlemleri yapabilmektir. Transüretal rezeksiyonun bir kıs-

mında gereken ve büyük oranda tekrar gerektiren işlemler ile kalça protezi yerleştirilmesinde, doku rezeksiyonunu büyük bir doğrulukla gerçekleştiren teleoperasyon ve telerobotikler, daha önce hiçbir metodla sağlanamayan hız ve doğruluğu sağlamışlardır.

Laparoskopik cerrahi; hastalar için ileriye yönelik dev bir adım olurken, cerrahlar için geriye doğru dev iki adım olmuştur. Hasta daha az ağrı, kısa hastanede kalış ve işe dönüş süresinden yararlanırken, cerrah 3 boyutlu görüşünü, hissetme duyu ve kabiliyetini kaybetmiştir. Televarlık cerraha stereoskopik görüşünü, hissetme duyu ve kabiliyetini geri vermektedir.

Ancak tüm bu sistemler gelecekte yapılabileceklerin yalnızca bir başlangıcıdır. Burada anahtar olan gerçek, video görüntünün cerraha elektronik olarak gelmesi ve manipulasyonun elektronik olarak gerçekleştirilmesi, yani dijital elektronik bir etkileşimin oluşmasıdır. Bu nedenle görüntüyü daha da geliştirmek ve cerrahın erişebileceği sınırları genişletebilmek amacı ile dünyadaki iletişim ağından yararlanma olanağını bulabileceğiz.

Bu haberleşme ağı üzerinden bir tıp merkezindeki cerrah, kasaba hastanesindeki bir cerraha asiste edebileceği gibi, bir uzay istasyonu veya üçüncü dünya ülkesi gibi tehlikeli veya uzak yerlerde cerrahi uygulayabilecektir. Cerrah ayrıca hastaya ait dijital görüntüleri de elde ederek video görüntüsü ile birleştirebilecektir.

3 boyutlu bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans veya ultrasonografi tetkikleri gerçek zamanlı video ile birleştirilerek organların derinliklerindeki yapıların "x-ışını görüntüleri" elde edebilecek veya video yerine abdomenin 3 boyutlu grafik temsili kullanılarak bilgisayar tarafından oluşturulan görüntü üzerinde cerrahi işlem yapılabilir (7).

Pilotların uçuş simülatörü gibi, bu da çok mükemmel bir cerrahi simülatör olacaktır zira eğitim gören cerrahlar aynı enstrüman ve sistemleri, gerçekten cerrahi işlem uyguluyormuşcasına eğitimlerinde kullanabileceklerdir.

Tüm bu modaliteler cerrahinin dışında endoskopi, girişimsel radyoloji, mikrocerrahi veya belki de hücrel cerrahi işlemlerinde kullanılabilecektir. Yukarıdaki senaryo gelecek yılın cerrahisi için bir çerçeve oluşturmaktadır. Cerrah artık zaman ve yer ile sınırlanmayacak, normalde gitmeyeceği uzak mesafelerde operasyonlar gerçekleştirebilecektir. Aynı şekilde kendi fiziksel algılama yetersizliği ile sınırlı kalmayıp "x-ışını görüntüsü"nü elde edebilecek veya mikroskopik hücrel kısımlarda büyük bir hassasiyet ve doğrulukla çalışabilecektir.

Gelecekteki bu gelişmelerin önünde henüz çözümlenmesi güç problemler olmasına karşın, bu kaçınılmaz geliş önleyecek bir teknolojik engel yoktur. Cerrahinin son şeklini almasında, politik, ekonomik, sosyal ve düzenleyici unsurların olduğu kadar teknolojiyi getiren bilim adamlarının üstün gayret ve yeteneklerinin de rolü olacaktır. Bu yalnızca bir başlangıç, gelin bu teknolojiyi ile techiz edilmiş olarak cerrahiye cesaretle 21. yüzyıla götürelim.

KAYNAKLAR

1. Sheridan TB. Presence: Defining our terms. Presence, teleoperators and virtual environments. 1992; 1:272-274.
2. Brooks F. Personal Communication. 1992.
3. Davies GL, Hibber RD, Timothy AG, Wickham JEA. Use of robots in surgery: Development of a frame for prostatectomy. Jour of Endourol 1991; 5:165-168.
4. Preising B, Hsai TC, Paul HP, Mittelstadt B. A literature review: Robots in Medicine. IEEE Engineering in Medicine and Biology June, 1991; 10:13-32.
5. Green PE, Piantanida TA, Hill JW, Simon IB, Satava RM. Telepresence: Dextrous procedures in a virtual operating field (Abstr.). Am Surg 1991; 57:192.
6. Satava RM. Virtual reality surgical simulator: The first steps. Surgical Endoscopy Jan, 1993; (in press).