

Teletıp ve Telesağlık: Geçmiş, Bugün ve Gelecek

Berna DİLBAZ¹, Mustafa KAPLANOĞLU²⁺, Dilek KAYA KAPLANOĞLU³

Özet

Artan nüfus ve tıp öğrencilerinin sayısı yeterli uzman hekimin bulunmasında en büyük zorluktur. Telekomünikasyon tabanlı sağlık servisleri özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde rutin olarak kullanılmaktadır. Bu servisler sağlık bakım eğitimi, uzaktan cerrahi, özellikle diyabetik hastalarda yara bakımı ve eğitimi, fetal kalp monitörizasyon takibi gibi pek çok uygulamalara sahiptir. Video veya konuşarak direk görüşme hasta için çoğu zaman hayat kurtarıcı olabilmektedir. Bu servisler temel iki başlık altında incelenebilir: Teletıp ve telesağlık. Teletıp ve telesağlık, tıpta en önemli gelişen teknolojilerden birisidir. Teletıp terimi telesağlık teriminin farklıdır. Telesağlık, uzaktan sağlık bilgileri, sağlık eğitimi ve sağlık hizmetinin sunumunda kullanılan teknolojilerdir. Teletıp ise nerede olursa olsun uzmanlaşmış merkezlere uzakta yaşayan hastalara sağlık hizmeti sağlamayı amaçlar. Pek çok klinik işlem telesağlık ve teletıp ile sağlanabilir. Bu güne kadar daha az kullanım alanı varken COVID-19 salgınında biz toplum sağlığı için teletıpın önemini anladık. Hastane ve sağlık kurumlarına ulaşmanın zor olduğu durumları direk olarak bilmekteyiz. Gebeler, kanser hastaları, kalp ve damar hastaları gibi pek çok grup için uzaktan tıp uygulamaları hayati derecede önemli olmuştur. Hasta ile direk görüşme, hasta verilerinin alınması, diğer hekimler ile konsültasyon ve hatta uzaktan erişimli cerrahilerin önemi daha iyi anlaşılmıştır. Telecerrahi ve telerobotik bu sistemlerin en önemli aşamalarındandır. Ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirmeyi de içeren bir süreçtir. Bu nedenle özellikle gelişmiş ülkelerin uzaktan erişimli sağlık sistemlerine yatırımının daha da artacağını düşünmekteyiz. Burada en önemli problem uygun hasta seçimi ve bilgi transferidir. Diğer yandan yüksek maliyet hala en önemli sorunlardan birisidir. Sunulan çalışmamızda telesağlık ve teletıpın geçmiş, şimdiki durumu ve geleceği açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Teletıp; telesağlık; halk sağlığı

Telemedicine and Telehealth: Past, Today and Future

Abstract

The increasing population and the number of medical students are the main difficulties in finding sufficient specialist physicians. Especially, telecommunication based healthcare services are routinely used in developed and developing countries. These services have many applications such as healthcare education, distance surgery, especially diabetic education and wound care, fetal heart monitoring. Video or direct conversation can sometimes be life-saving for the patient. These services can be examined under two basic headings: Telemedicine and telehealth. Telemedicine and telehealth is one of the most important enhancing technologies in medicine. The term of telemedicine is different from the telehealth. Telehealth is the use of technology to deliver health care, health information, and health education at a distance. But the purpose of telemedicine is to improve the patient's health regardless of where they live by providing specialist services remotely. Many clinical activities can be made via telemedicine and telehealth. While there is less usage area until today in COVID-19 outbreak, we understood the importance of telemedicine in public health. We directly know situations where it is difficult to reach hospitals and health institutions. Remote medical applications have been of vital importance

for many groups such as pregnant women, cancer patients, cardiovascular patients. Importance of interview with the patient, obtaining patient data, consultation with other physicians, and even remote access surgeries is better understood. Telesurgery and telerobotics are the most important stages of these systems. It is a process that includes pre- and post-operative evaluation. For this reason, we think that investments of especially developed countries in remote access healthcare systems will increase even more. The most important problems are appropriate patient selection and information transfer in these systems. On the other hand, high cost is still one of the most important problems. In present study, we explained the past, present and future of telemedicine and telehealth.

Key words: Telemedicine; telehealth; public health

Gönderim Tarihi (Received): 09.09.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 16.10.2020

1. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Etlik Zübeyde Hanım Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara, TÜRKİYE. <https://orcid.org/0000-0003-1137-8650>, sdilbaz@hotmail.com
2. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği, Adana, TÜRKİYE. <https://orcid.org/0000-0002-4658-1336>, mustafakaplanoglu@gmail.com
3. Sağlık Bakanlığı Yüreğir Devlet Hastanesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği, Adana, TÜRKİYE, <https://orcid.org/0000-0003-0980-960X>, dilekkaplanoglu@gmail.com

Atıf için (cite this paper): Dilbaz, B. Kaplanoğlu, M. Kaya, D. (2020). Teletıp ve Telesağlık: Geçmiş, Bugün ve Gelecek. Eurasian Journal of Health Technology Assessment, 4 (1), 40-56.

+ Sorumlu yazar: Dr Mustafa Kaplanoğlu, Adres: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Adana/Türkiye, Telefon: +90 545 884 8855, eposta: mustafakaplanoglu@gmail.com

1. Giriş

Tıp biliminde uzaktan erişimin kullanımı 1950 lere kadar uzanmaktadır. Bu dönemlerde kablolu telefon ve video teknolojileri kullanılmaktayken günümüzde artık internet tabanlı uygulamalar ve akıllı telefon (*smartphone*) kullanımının yaygınlaşması ile tıpta telekomünikasyon sistemleri daha kullanılabilir ve ulaşılabilir hale gelmiştir. Bu tip uygulamalar yakın dönemli COVID-19 pandemisine kadar kırsal alanda yaşayan hastane ve doktora ulaşımı kısıtlı olan vatandaşlar için veya hastaneye gitme imkânı olmayan şehirde yaşayan vatandaşlar için kullanımı düşünülen bir uygulamaydı. Ancak günümüzde herhangi bir sağlık kuruluşuna gitmeden bireyin sağlık hizmeti alma gerekliliği olan her durum için uygulama alanı olduğunu görmekteyiz.

2. Teletıp ve Telesağlık Kavramları

Temel olarak bireylerin uzaktan sağlık kuruluşu ve personeline ulaşımı teletıp ve telesağlık olarak iki başlık altında toplanabilir. Teletıp, dijital röntgenlerden telefonla yapılan konsültasyonlara, video konferansın kullanılmasından uzaktan cerrahinin yapılmasına kadar bir dizi teknolojiyi içeren geniş bir terimdir. Başka bir deyişle, tıbbi bakım veya hizmetlerin sağlanması için telekomünikasyon teknolojisinin kullanılmasıdır. Telesağlık ise tüm sağlık çalışanları tarafından kullanılan hastalık tanı

tedavisi ve önlenmesi ile sağlık hizmetinin devamlı geliştirilmesi amacı ile vatandaş ve sağlık personeli arasındaki uzaktan erişimli bir eğitim ağıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO: World Health Organization) tarafından yapılan telesağlık tanımı;

Mesafenin kritik bir faktör olduğu sağlık hizmetlerinin, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan tüm sağlık uzmanları tarafından, hastalık ve yaralanmaların teşhisi, tedavisi ve önlenmesi, araştırma ve değerlendirme için geçerli bilgi alışverişi ve bireylerin ve topluluklarının sağlığını geliştirmek için sağlık hizmeti sağlayıcılarının sürekli eğitimi dir (World Health Organization, 2010 pp 93).

Tanımdan da anlaşılacağı şekilde telesağlık teletıp gibi pek çok uzaktan erişim hizmetini barındıran bir çatıdır. Tüm bu uzaktan erişim uygulamaları video konferans, güvenli masajlaşma, internet tabanlı bilgisayar ve telefon uygulamalarını içermektedir. Özellikle radyoloji, dermatoloji, kardiyoloji ve patoloji tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Tüm bu hizmetlerde kritik nokta hasta memnuniyeti ve verilen hizmetin etkinliğidir. Bu iki faktörün en küçük eksikliğinde hem ciddi mali kayıp hem de hasta hayatını tehlikeye sokacak sorunlar ortaya çıkabilir. WHO verilerine göre en yaygın kullanılan teletıp tipi teleradyolojidir (World Health Organization, 2010). En yaygın teletıp kullanımı yeri ise Amerika, Avrupa ve Güneydoğu Asya dır. Genel olarak teletıp başlığı altında kullanılan yöntemlerin

değerlendirilmesinde kullanan klinik, kullanılan teknoloji ve hangi amaçla kullanıldığı belirleyicidir. Teknolojideki tüm gelişmelere sağlık sistemi orantılı olarak cevap vermekte ve hızlı şekilde sağlık sisteminde yeni modeller üretilmektedir. Yakın dönemli bir çalışma tele sağlık kullanımının ve bu hizmet sağlayıcılarının gelirinin 10 kat arttığını ortaya koymuştur (Li ve Wilson, 2013, 772).

Teletıp içerisine *televisit*, *telesupervision*, *telementoring*, *teleinterpretation*, *telekonsültasyon*, *telemonitoring* girerken uzaktan eğitim ve sosyal medya bu tanımlamaya dahil değildir (Serper ve Volk, 2018, 157). Telesahlık ve teletıp'ta hasta direkt temas edilerek ve duyularak muayene edilemediğinden doktor hasta arasındaki iletişimin teknoloji sağlayıcıları tarafından mümkün olduğunca gerçek zamanlı anlık destek sağlayan yardımcı ekipmanlar ile yapılması gerekmektedir. Bu amaçla çok sayıda ürün günümüzde sağlık sistemi tarafından kullanılmaktadır.

Yakın zamana kadar tedrici de olsa telesahlık ve teletıpa ilgi artmaktaydı. Ancak COVID-19 pandemisi ile artık sağlıkta uzaktan erişime ne kadar ihtiyacımızın olduğunu ve aslında pek fazla da etkin olarak yaygın şekilde kullanılmadığını anlamış olduk. 2017 de Amerika Teletıp Derneği (ATA : American Telemedicine Association) tarafından yürütülen bir değerlendirme sağlık hizmet

sağlayıcılarının %88 inin bu konuya yatırım yapacağını göstermiştir. Neredeyse katılımcıların tamamı bunun bir faydalı yarışma ortamı sağlayacağına inanmasına rağmen çoğunluğu bu hizmetlerin sigorta kapsamı ve geri ödeme konusunda sorun olacağını düşündüklerini ortaya koymuştur (Yılmaz vd, 2010,10837).

Belkide teletıp hizmetinin sürdürülebilirliğinin sorgulanmasındaki en önemli nokta hizmet sağlayıcılarının hasta veya sağlık sisteminden geri ödemesinin nasıl yapılacağına halen net olarak belirlenmemiş olmasıdır. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrası daha da önem kazanan teletıp hizmetleri için bu fiyatlandırma ve geri ödeme karmaşası nerdeyse her ülke için geçerlidir. Farklı hastaneler veya bireysel sağlık hizmet sunucular Zoom, Whatsapp gibi farklı uygulamaları kullanarak hastalarla iletişime geçmektedir. Bu uygulamalar Amerika Birleşik Devletler (ABD) ve farklı gelişmiş ülkelerde genellikle özel şirketler tarafından kişiye faturalandırılmakta ve her normal ziyaret için 40-50 USD acil muayeneler için 130-180 USD dolayında olmaktadır. (Yamamoto, 2014) Ülkemizde ise çoğunlukla bireysel hekim çabaları ile gerçekleştirilmektedir. Ancak Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği, Gastroenteroloji, Genel Cerrahi ve Psikiyatri olmak üzere "internet polikliniği" uygulamasını başlatmış ve SGK poliklinik hizmetleri üzerinden faturalandırma yoluna

gitmiştir. Ancak sağlık sistemine bu hizmetin faturalandırılması, bu hizmetin sağlık sistemi tarafından kontrolünün nasıl olacağı hakkında halen net bir uygulama çizelgesi bulunmamaktadır.

Ülkemizde Teletıp konusunda en yakın zamanlı yönerge 2015 tarihli “Tele Sağlık Servisi Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Yönerge” dir ki bu sağlık yardımı talebinde bulunan seyir halindeki deniz ve hava araçlarını, Türk Arama Kurtarma Bölgesi içerisinde uzaktan tıbbi danışmanlık yapacak sağlık hizmetleri ile ilgili faaliyetleri kapsamaktadır. Ancak açık bir şekilde görülmektedir ki günümüz teletıp uygulamaları ve esaslarının ihtiyaçlarını kapsamamaktadır.

Günümüz için belki de ikinci planda kalan ama ileride çok önemli olacağı kesin olan hukuki ve etik sorunların nasıl çözüleceği net değildir. Hasta hekim arasında olan güven ilişkisi çeşitli kanunlarla (Hekim Mesleki Etiği Kuralları, Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi ve Borçlar Hukuku gibi) resmileştirilmektedir. Bu kanunlarda çerçeve direk hasta hekim muayene ve işlem esaslarına göre belirlenmektedir. Ancak teletıp uygulamalarında bu durumun bir danışmanlık hizmeti mi yoksa tedavinin gözleme dayalı değerlendirilmesi mi hatta bunun gerçek bir muayene olarak kabul edilip edilemeyeceği hukuken tam olarak belirlenmemiştir. Diğer yandan herhangi bir tedavi veya uygulamaya

başlanması durumunda hasta onamının nasıl alınıp bunun belgelendirileceği veya görüşmelerin kayıt altına alınıp alınamayacağı halen belirsizdir. Tablo böyle olunca teletıp uygulamaları için mali boyutunun yanında hukuken de alınması gereken çok yol olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, teletıp ve telesağlık için hangi alanlarda yararlanıldığını ve güncel durumu değerlendirilmiştir

2.1. Teletıp ve Telesağlık Temel Kullanım Alanları

Teletıp ve telesağlık birbirine yakın tanımlamalar olması nedeni ile makale içerisinde bu iki kavram tek başlık altında teletıp olarak kullanılacaktır. Teletıp kavram olarak hem sağlık çalışanları arası hem de sağlık sistemi ile hasta arasında kullanılan bir uygulamadır. İlk olarak sağlık sistemi-hasta iletişimi daha sonra sağlık sistemi elemanlarının kendi arasında kullanımı değerlendirilecektir.

2.2. Hasta –Sağlık Sistemi İletişimi

Hastanın sağlık merkezine veya konusunda uzman hekime ulaşmasının zor olduğu, anlık verilerin alınması gereken veya hastanın bulunduğu yerden (ev gibi) sağlık merkezine gitmesinin riskli olup takibinin ise gerekli olduğu durumlarda hasta-sağlık sistemi uzaktan iletişimi önem kazanmaktadır. Hem tanı/tedavi hem de tedavi sonrası takipte

kullanımı ana amaçtır. Diğer yandan hastalık dışında sporcu aktivitelerinin takibi veya askeri alanda kişilerin farklı durumlara verdiği tepkileri değerlendirmek amacı ile de yararlıdır. Sağlık ekibine gerek kalmadan kişinin kendi verilerini görüp onu yorumlaması ek avantajıdır. Hasta ile hekim veya sağlık kurumunu direk ilişkilendiren uzaktan erişimli sağlık sistemi basit telefon ile konuşma veya mesajlaşmadan giyilebilir teknoloji veya ayakta izleme (*ambulatory monitoring*) kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Neredeyse hepsinin ortak noktası sağlık merkezine/hekime uzaktan [çoğu zaman gerçek zamanlı (*real-time*)] ulaşılma imkanıdır. Burada ilk kullanılan ürünler hasta kayıtları ve medikal verilerin önce depolanması sonra merkeze/hekime iletilmesi şeklindeydi. En önemli dezavantajları anlık hasta müdahale şansının olmamasıydı. Ancak yakın zamanlı bilgi iletim teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak ileti gecikme zamanının ihmal edilebilir seviyeye düşüren gerçek zamanlı (*real-time*) veri aktarım sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler kısa süreli iletişimde kullanılsa da haftalar/aylar gibi uzun süreli takipler için de uygulanabilir. Bu sistemlerin kişiler tarafından kabul edilip kullanılabilir olması için çalışırken düşük enerjiye ihtiyacı duyması, verilerin güvende olması, rahat kullanım ve uygun ergonomi mutlak sağlanmalıdır (Yılmaz vd, 2010,10837).

Giyilebilir teknolojiler hem hasta uyumu hem de anlık verilerin daha kesintisiz sağlıklı alınabilmesini sağlayan sistemlerdir. Bunlar bir fizyolojik durum veya hareketin anlık verilerini iletebildiği gibi kaydedilmesine de olanak sağlar. En önemli avantajı hastaya minimal rahatsızlık vererek veri aktarımını sağlamasıdır. Mikro-nanoteknoloji, elektrik sistemleri ve telekomünikasyon sistemlerindeki gelişmeler bu tip sağlık uygulamalarının da hızla gelişimine neden olmuştur. Yakın zamanda hızla gelişen bu sektörün 2023 e kadar iki kattan fazla büyümesi öngörülmektedir. En temel giyilebilir teknolojik ekipmanlar özellikle kronik kalp hastalığı veya astımı olan hastalar veya sporcularda yaygın olarak elektrokardiyogram (EKG), elektromyogram (EMG), kalp atım hızı (HR), vücut ısısı, elektrodermal aktivite (EDA), arteriyel oksijen saturasyonu (SpO2), kan basıncı (BP) ve solunum hızı için kullanılır. Burada Google Glass, iWatch, Fitbit ve Mi Band bileklik gibi genel kullanım için olan sistemler anlaşılmaktadır. Bu sistemlerde genel olarak kişinin kendini değerlendirmesi ve gerekli durumda sağlık merkezine bildirmesi istenir (Chan vd, 2012, 137; Syduzzaman vd, 2015; Krehel vd, 2014,13088; MedTech Impact of Wellness, 2018; Johnson vd, 2019)

İletişim tekstil kumaş, giyimler, elastik bantlar veya direkt kişiye bağlantılı araçlar ile sağlanır. Kullanılan cihazların gerçek zamanlı

(*realtime*) verileri işleme ve iletmesi için elektrik veya *micro-electro-mechanical system* (MEMS), piezoelektrik kristalleri, bu sistemin çalıştırıcısı, veri işleme birimi, internete bağlanmayı sağlayan ekipmanlar gereklidir. Giyilebilir örnek sistemler; SensoTRACK ear sensor, Google contact lens, BioPatch™, Smartwatch Basis PEAK™, QardioCore, Vital Jacket®, Moov (activity tracker) dir (BASIS PEAK, 2017; M MOOV NOW,2017; Zephyr Performance Systems, 2017; Qardiocore, 2017). Tüm bu sistemlerin hizmete sunulup pazarlanması belli bir süreçten geçmektedir. Ülkemiz için gerek Sağlık Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK tarafından oldukça fazla sayıda proje çağruları yapılmakta olup başvuru sonrası hem sistemin kullanılabilir olduğu hem de hastada uygulanabilir olduğu belgelendikten sonra pazarlanabilmektedir. Ülkemiz için tıbbi cihaz ve ilaç üretim sürecinde TC Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu onayı ve değerlendirmesinden geçilmesi gerekmektedir. ABD için FDA (*Food and Drug Administration*) onayı Avrupa piyasasında yer almak için ise CE (*Conformite Europeene*) sertifika onayının alınmalıdır.

Tüm bu veri iletimi geniş bir kablosuz (*wireless*) ağı ile sağlanabilir Tablo 1 de yer aldığı gibi çok sayıda yaygın olarak kullanılan kablosuz (*wireless*) iletişim sistemleri mevcuttur (Fong vd 2020). Bunları kullanan telekomünikasyon teknolojileri aynı

zamanda GPRS (*General Packet Radio Service*) verilerini de işleyip kullanabilmesi önemli bir ayrıcalıktır. Ancak tüm bu verilerin işleme ve gönderilmesinde dikkat edilmesi gereken mevcut ekipmanın en az enerji kullanımını ile çalışmasıdır.

Gerçek zamanlı teletıp (*live-telemedicine*) ile doktor-hasta mesafe bağımlı olmadan takip, hasta ziyareti, yeni patolojilerin değerlendirilmesi veya tedavide yönlendirme yapabilir. Kullanılan araçlar kamera ile direk görüşme, gerçek zamanlı (*real-time*) telemonitoring veya telefonla iletişim/veri aktarma şeklinde olmaktadır. Hastane içerisinde aynı grup hastaların merkezi oda da izlenmesi geçmişten günümüze yaygın bir uygulamadır. Ancak burada bahsedilen sağlık merkezi dışı hasta verilerinin devamlı güncellenen bir sistemle uzun süreli takip edilmesidir.

Bu uygulama hastanın yatağında veya telekomünikasyon ağına bağlanabileceği herhangi bir yerde takibine olanak sağlar. Bağlantı, cihazın kendi vericisinden veya ortam vericilerinden faydalanarak yapılabilir. Pek çok uygulamada ise bu gerçek zamanlı (*real-time*) monitoring e micro-SD kartı ilavesi ile bağlı olmadığı zamanki verilerini de depolayıp sonra alma imkanı olmaktadır (Banaee vd, 2013,17472).

Gerçek zamanlı (*real-time*) teletıp en yaygın şekilde telekonsültasyon veya televisit

şeklinde olmaktadır. Burada sıklıkla FaceTime veya Skype gibi uygulamalar ile direk görüşme platformları kullanılmaktadır. Diğer seçenekler farklı ve daha düşük maliyetli hekimden internet üzerinden randevu alınabildiği uygulamalardır. Bu

Tablo 1: En yaygın kablosuz (*wireless*) iletişim sistemleri

Bağlantı tipi	Frekans	Hız	Band	Maksimum aralık
Bluetooth	2.4-2.485 Ghz	3 Mbps	Unlicensed ISM	300 m
IR	100-200 Thz	16 Mbps	IR-B	5 m
Wi-Fi	2.4-5 Ghz	108 Mbps	ISM to U-NII	100 m
ZeeBee	900 Mhz	256 Kbps		10 m
Cellular Networks	850-1900 Mhz	20 Mbps		5 km
WiMAX	10-66 Ghz	75 Mbps		40 km
LMDS	10-40 Ghz	512 Mbps		5 km
IR, Infrared; IR-B, short-wavelength infrared				

genellikle primer sağlık sağlayıcıları tarafından kullanılmaktadır.

Burada sadece görüşme olmayıp evde kullanılan sağlık ekipmanları (tansiyon, şeker ölçer gibi) verilerinin paylaşımı mümkündür. İlave olarak hastaların direk ulaşımını sağlayan veya sağlık sistemi içerisinde konsültasyonlara izin veren internet site uygulamaları mevcuttur (Shashi, 2020). (OpenNotes, Sermo, Doximity gibi)

2.3.Sağlık Sisteminde Teletıp Uygulama Örnekleri

Telepsikiyatri önemli bir teletıp kullanım alanıdır. Özellikle psikiyatrik patolojilerin atağında bu uygulama fatal sonuçların önüne geçmektedir. Burada çocuk ve adolesan gibi özel hasta gruplarının uzaktan erişimle değerlendirilip tedavisinin yönlendirilmesi oldukça yararlıdır (Pruitt vd, 2014, 340). Hasta yaraları ve cilt lezyonların tanı-tedavisinde lezyonun video görüntüsü veya dijital görüntüler oldukça kullanışlıdır. Ancak bu görüntülerin amacına uygun ve yüksek kalitede olması gerekmektedir (Santamaria ve Kapp, 2013, 35). Burada hastaların daha önceden uygun görüntü alma konusunda eğitilmeleri gerekebilir. Bu tip tele yara bakımı primer bakım merkezlerinde %80 üzerinde kabul ile kullanılmaktadır (Chen vd, 2014,220).

Telemonitoring özellikle diyabetes mellitus, kalp hastalığı veya astım gibi kronik hastalığı olan hastalarda kullanılmaktadır. Aslında evde hastaların kendi verilerini takip ettikleri pek çok sistem uzun yıllardır kullanılmaktaydı ancak uzaktan erişimli hastane/doktor bağlantılı sistemler çok daha yakın zaman önce uygulamaya girmiştir. Burada genellikle iletişimde kullanılan sisteme entegre edilen bir aracı ile bilgiler aktarılmaktadır. Bu sistemler pek çok hasta grubu tarafından kullanılmaktadır. Hastanın günlük aktiviteleri ve yapılmış olan değerlendirmeleri takip

edildiği sağlık kuruluşu ile paylaşılabilir. Bu şekilde hastanın takibi sağlıklı şekilde yapılabilir. Bu önemli derecede yüksek fayda/maliyet oranına sahiptir (Doolittle vd, 1997,20)

Telemonitoring sistemlerin belki de en son örnekleri kadın hastalıkları doğum pratiği için geliştirilmiştir. Özellikle plasenta yapışma anomalileri, çoğul gebelik, diyabet ve hipertansiyon durumlarında çok yakın takip gerekmektedir. Ancak bu hasta gruplarının genel riskinin düşük sosyoekonomik seviye hastaları olması, günlük aktiviteleri en aza indirme gerekliliği ve çok kısa zamanda hasta kliniğinin katastrofik şekilde değişebileceği hekimleri gerçek zamanlı (*real-time*) uzun dönemli hasta takibi yapmasını neredeyse zorunlu kılmaktadır. Bu hastaların uzun süreli hospitalizasyonu neredeyse mümkün olmadığından uzaktan takip ve belki de monitörize etmek üzere sistemlere eklenecek GPRS sinyal vericiler hasta ve bebek hayatını kurtaracaktır. Bu konuda özellikle kronik hastalığı olan gebeler ve plasenta yapışma anomalisi nedeni ile minimal mobilizasyonu istenen gebeler ile hekimin uzaktan gerçek zamanlı (*real-time*) erişimine olanak sağlayan sistemlerin geliştirilmesi sürmektedir. Novii Wireless Patch System gibi hastanın yatağa bağlı kalmadan nonstress test (NST) yapabileceği ve bir gerçek zamanlı (*wireless*) sistemi ile işleyici sisteme bilgilerin aktarılabilmesi sistemler günümüzde

mevcuttur. Ancak bizim kendi geliştirdiğimiz sistemde hastanın telekomünikasyon sistemleri kullanarak aynı ülke içinde veya hatta denizaşırı olarak dahi takibi olasıdır (ENVAR®) Şekil 1 ve 2 de görüldüğü gibi tanımlanan ve hasta üzerinde taşıyabileceği taşınabilir (*portable*) olarak tasarlanmış bir NST cihazı, bir GSM şirketi ile koordineli olarak içinde sunulan bir internet bağlantı sağlayıcı ile hastadan alınan verilerin direk olarak internet üzerinden sunucuya (*server*) ve oradan da sorumlu hekim/sağlık merkezine iletimi hasta ve bebek için bir devrim olabilir. Bu bebek ve anneye ait verilerin direkt ulaşmasını sağlar. Geliştirilmenin son aşamalarına gelen sistemin ileri dönemde obstetrik takibinde oldukça yararlı olacağını düşünmekteyiz (Ozbilen vd, 2013,376).

3. Sağlık Sisteminde Teletıp

Burada eğitim, değerlendirme ve hasta verileri sağlık çalışan veya kurumlar arasında hasta mahremiyeti korunarak telekomünikasyon sisteminin farklı uygulamaları aracılığı ile paylaşılmaktadır. Çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Burada konsültasyondan uzaktan robotik cerrahiye kadar uzanan bir yelpaze vardır.

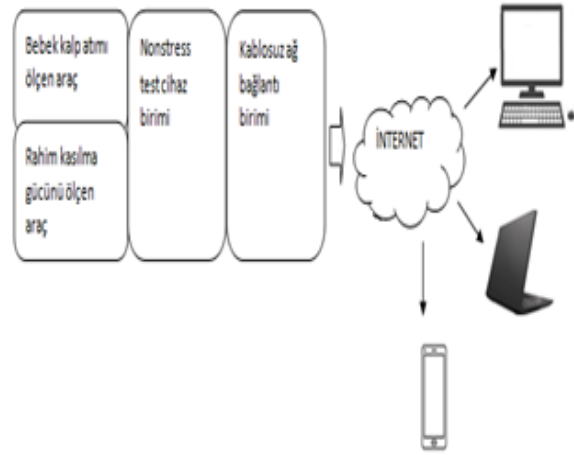
Ana başlıklar halinde i) Direk telecerrahi veya cerrahi müdahale ii) Uzaktan akıl verme-yönlendirme (*Telementoring*) iii) Telekonsültasyon iv) Uzaktan eğitim yer almaktadır.

3.1. Telecerrahi Kavramı ve Örnekleri

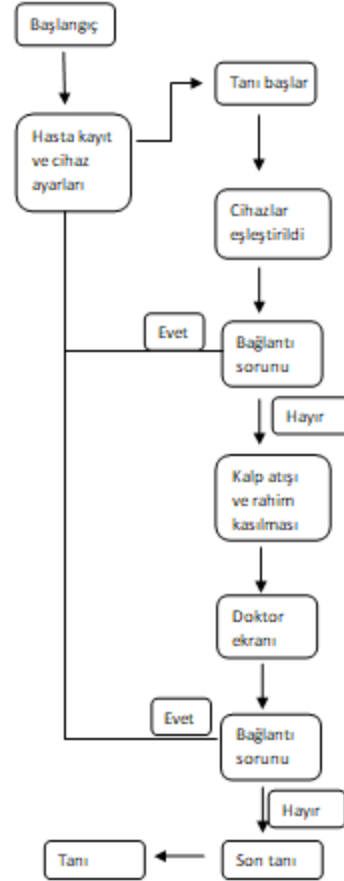
Telecerrahi uzaktan kontrol edilen cerrahi olarak tanımlanabilir. Hayvanlar ile başlayan deneysel uygulamalardan artık uzaktan erişimli cerrahi yapılan merkezlere gelinmiştir. İlk uzaktan cerrahi yayını 1998 ameliyat sahasından yaklaşık beş metre uzakta telemanipülâtör sistemi kullanılarak domuzda gastrik onarım ve kolesistektomi gibi farklı cerrahilerin yapılması ile hazırlanmıştır (Bowersox vd 1998)

Bu çalışma uzaktan cerrahi yapılabileceğini ancak normal cerrahiye göre yaklaşık üç kat daha fazla zaman harcandığını göstermiştir. Daha sonraki çalışmalarda, robotlar gerek hayvan gerekse de trainerlerde normal şekilde yapılan cerrahilerle karşılaştırılmış robotik cerrahinin cerrahi işlemlerdeki kesinliği arttırdığı ancak işlem süresi ve komut-işlem arası gecikme süresinin önemli bir sorun olabileceği bildirilmiştir (Fabrizio vd, 2000; Challacombe vd, 2005; Sterbis vd, 2008; Nguan vd,2008; Bowersox vd, 1998).

Bu uygulamalar teletıp ile ilgilenen hekim ve sistem sağlayıcıları cesaretlendirmiştir. Artık iki farklı ülke arasında uzaktan erişimli cerrahi yapılması mümkün hale gelmiştir ve ilk olarak 2000 yılında Cheah ve arkadaşları tarafından ABD ile Singapur arasında laparoskopik kolesistektomi yapılmıştır (Cheah vd, 2000,1085).



Şekil 1: Sistem çalışma temelleri



Şekil 2: Bilgi akış şeması

Robotik cerrahide yapılan işlemin teorik olarak cerrahi alan dışından kontrol ediliyor olması uzaktan cerrahi için farklı bir alan

oluşturmuştur. Pek çok robotik uzaktan cerrahi denemeleri olsa da tarihsel değerlendirmeye bakılacak olursa gerçek ilk robotik telecerrahi operasyonu 2001 yılında yapılan *Charles Lindberg Operation* dur. Bu, Fransa Strasbourg ile New York arasında gerçekleştirilen ve ZEUS robot kullanılan laparoskopik kolesistektomi operasyonudur. Ortalama 45 dakika sürmüş ve komplikasyon gerçekleşmemiştir (Marescaux vd,2001,379). Telecerrahi fikrinin kabul edilmesi ve robotik cerrahi pratiğin artması 2008 yılına gelindiğinde California ve Londra gibi denizaşırı iki merkez arasında uzaktan cerrahi yapılmasını sağlamıştır. İki merkezde de deneyimli cerrahların hazır olup katılımları ile gerçekleşen işlemlerde nefrektomi ve pyeloplastiler yapılmıştır. Burada bağlantı gecikmesi veya beklemesi 450-900 ms arasında olsa da cerrahiye etkileyecek boyutta değildir. Bu çalışma ve cerrahilerden sonra vaka sayıları ve uygulama alanları artmıştır. Bundan sonra vakalar artmış ve 2005 yılında vaka serisi olarak artık yayımlar başlamıştır. 2005 yılında bir ilk gerçekleştirilmiş ve bu şekilde siteroskopik cerrahi yayın kullanılarak ilk internet üzerinden görülebilen uygulama yapılmıştır (Hanley vd,2005,40) Günümüzde hala aktif olarak yaygın şekilde kullanım imkanı bulamasa da özellikle uzaktan robotik telecerrahi umut vaat etmektedir. Yakın dönemli çalışmalar halen vaka sunumu şeklinde olsa da koroner vasküler girişimlerde

dahi günümüzde denenmekte ve yüksek başarı sağlanmaktadır (Patel vd,2019,53)

3.2. Telementoring Kavramı ve Örnekleri

Teletıp sağlık uygulaması içinde hekim-hekim arasındaki iletişim *telementoring* olarak da gerçekleşebilir. Tıbbın her alanında kullanılabilir. Ancak en ilgi çeken alan cerrah-cerrah arasındaki iletişimdir. Cerrahi açıdan burada konusunda daha acemi cerrah eş zamanlı olarak deneyimli cerrah tarafından intraoperatif olarak yönlendirilir ve en az hata ile acemi cerrahın işlemi yapabilmesine olanak sağlayabilir. Diğer yandan kompleks vakalarda telekonferans ile birden fazla cerrah tarafından işlem yönlendirilebilir (Augestad vd, 2017). Bu şekildeki uygulamayı sadece acemi cerrah- deneyimli cerrah arası iletişimle kısıtlamak gerekir. Bu tip uygulamaları yeni bir tıbbi uygulama, yeni bir cerrahi prosedürün gösterilmesi veya kompleks cerrahilerin uygulanması alanında bir eğitim veya konferans ortamında da kullanmak mümkündür. Bu şekilde uygulamalar çok az sayıda deneyimli uzman ile çok fazla sayıda acemi uzmanın buluşmasını ve eğitim almasını sağlamaktadır. Bu şekildeki uygulamalar pek çok ülkede uzun yıllardır uygulanmaktadır. Bu konuda uzman ve uygulamayı yapabilecek hekim sayısını arttıracak ve bu şekilde uzman hekime hasta ulaşabilirliğini arttıracaktır (Agarwal, 2007; Janetschek, 1998, 1413; Lee vd,1998). Günümüze laparoskopik veya robotik cerrahideki pek çok uygulama bu

şekilde ülke ve uzaklık bağımsız internet ortamında gerçek zamanlı (*real-time*) paylaşılmakta işlem esnasında hem eğitim verilmekte hem de cerrahın kendini geliştirmesi sağlanmaktadır. Bu tıbbın nerdeyse her alanında uygulanmaktadır (Datta vd, 2015; Cubano vd, 1999; Byrne vd, 2000). Tıp pratiği teknolojideki gelişmeleri çok yakından izleyip en verimli şekilde kullanmayı amaçlar. 3D görüntü sistemi ve robotik cerrahinin gelişmesi ile bu iki sistem birbirine entegre edilmiştir. Bu şekilde cerrahın ameliyat sahasına oryantasyonu daha fazla olmuş ve cerrahi öğrencilerin eğitimi de belirgin şekilde hızlanmıştır (Zhao vd,2016). Bu sistem telekomünikasyon alt yapısını ve internet bağlantısını kullanarak uzaktan erişimli cerrahi işlemlere de olanak sağlamıştır. Bu yöntem daha çok nöroşirurji , ortopedik cerrahi ve sınırlı vaka olarak vasküler cerrahide kullanılmaktadır (Guo vd, 2016,32).

Virtual Interactive Presence and Augmented Reality (VIPAR) yakın dönemde geliştirilen iPad® -based toll dur. Bu sistemde uzaktan iletişimle yakından cerrahi yapıyor gibi destek sunar. Özellikle kompleks cerrahilerde kullanılan mükemmel anatomik ayrıntıları görmemizi sağlar. Özellikle sinir ve ortopedik cerrahide kullanılır. Deneyimli cerrahın uzaktan bu tip konforlu cerrahileri yapabilmesi cerrahinin yapıldığı merkez hekimlerinin eğitimine de katkı sağlamaktadır. Yaygın

kullanılmasa da Alabama (ABD) ve Ho Chi Minh Şehri (Vietnam) arasında cerrahlar tarafından kullanılmıştır. (Davis vd,2016;Shenai vd,2014,277; Shenai vd,2011,200; Philips vd,2012,143; Davis vd,2016,103; Nguan vd, 2008,10).

Diğer ve daha düşük telekomünikasyon altyapısı ihtiyacı olan teletıp uygulaması sağlık çalışanları arasında olan telekonsültasyondur. Genellikle kırsal alanlarda bulunan ve deneyimli olmayan sağlıkçıların daha deneyimli olan kişilere veya merkezlere ulaşım hasta hakkında fikir alışverişini yapmasıdır. Bu düzenli sıklıkta görüşme veya ihtiyaç zamanında görüşme şeklinde olabilir. Bu şekilde başka merkezde tedavi olan hastaların uzak bölgelerde takibi de yapılabilmektedir. Telekonsültasyon basit akıllı telefonlara (*smartphone*) adapte edilebilen cihazlarla daha da üst seviyeye çıkarılmıştır. Termal kamera ile diyabetik ülserlerin tanısı, direk uygulamalar ile kalp ritmi ve nabız basınç ölçümü, dermatoskop ile direk konsültasyon uygulamaların bazılarıdır (Ferrandiz vd,2017,676). Bu amaçla her akıllı telefon (*smartphone*) için çok sayıda uygulama günümüzde kolaylıkla erişilebilir durumdadır.

Teledermatoloji yaygın bir teletıp/telekonsültasyon alanıdır. Cilt lezyonlarının uzak uzmana danışılması, tanı ve tedavi olanağı sağlar. Pek çok ülkede ulusal çevrimiçi (*online*) bağlantı sayesinde bu tip lezyonların uzmanlarına telekomünikasyon

ağını kullanarak danışılması sağlanmıştır (Muir,2014,828) (Avustralyada TeleDerm gibi). Diğer teledermatoloji uygulaması Avustralya gibi geniş alana yayılan ülkelerde veya Hindistan gibi uzmana ulaşımın çok kısıtlı olduğu yerlerde kullanımı daha etkili olan teledermatoskopi uygulamasıdır. Direk uygulama sayesinde uzmanın görerek takip ve tedavisine olanak sağlar (Muir ve Lucas,2008,245; Thomas ve Kumar, 2013,82). Bu yöntemlerle basit dermatolojik sorunlar halledilse de cilt kanseri içinde oldukça yararlıdır. Diğer yararlanılan alan oftalmolojidir. Teleoftalmoloji ile diabetik retinopati gibi patolojilerin uzaktan tanı ve tedavisine olanak sağlanmış olur. Bu bir akıllı telefon (*smartphone*) uygulaması olacak kadar günümüzde sadeleştirilmiştir. Bu şekilde hem görüntüler gerçek zamanlı (*real-time*) uzmana danışılabilir hem de depolanıp dosya halinde iletilebilir (Zvornicanin vd,2014,206). Hasta takibinde hastaların direk görülmesi ve bazı durumlarda lezyon palpasyonu önemlidir. Bu incelemelerin en uç noktalarından birisi “*smartscopy*” olarak adlandırılan servikal patolojilerin tanısında kullanılması planlanan bir uygulamadır. Tanaka ve arkadaşları servikal kanser gibi yaygın olan bir kanser tipinin neredeyse herkeste olan bir akıllı telefon (*smartphone*) ile taramasının daha da yaygınlaştırılmasını amaçlanmıştır. Bu çalışmada 20 anormal servikal sitolojiye sahip hasta değerlendirmeye alınmıştır. Bu

hastaların servikal intraepitelyal neoplazi ve servikal kanser teşhisindeki yeri aranmıştır. Bu çalışmada iPhone 5S kullanılmış ve burada elde edilen video ve fotoğraflara göre başka bir uzman tarafından değerlendirme yapılmıştır.. Uygulama yüksek başarı ile patolojilerin tanınmasına yardımcı olmuştur (Tanaka vd, 2017,123).

Diğer konsültasyon sistemi özellikle acil vakalarda kullanılmaktadır. Burada temel ve özellikli uzmanların yer aldığı merkezi hastane ve buna bağlı daha çok kırsal yerleşimli sağlık merkezleri arasında yer alan bir ağ mevcuttur. Arizona’daki (ABD) seviye I travma merkezi ile kırsal alandaki beş merkezi iletişimi güzel bir örnektir ve bu iletişim sayesinde hem hastaların uzak merkeze sevk edilmesinin oluşturduğu sosyal sorunların azaltılması hem de sevk maliyetlerinin azaltılması sağlanmıştır (Latifi vd, 2009,905). Telekonsültasyonun farklı merkezler arasında kullanımı özellikle acil müdahale gerektiren hastalarda kritiktir. Strok hızlı tanı ve trombolitik ajanların uygun hastada hızlı kullanımının gerekli olduğu önemli bir acildir. Özellikle ilk dört saat bu tedavi için kritiktir. Kırsal alandan uzman merkeze sevk ve orada tanı için geçecek sürede (bu sürede CT gibi değerlendirmeler gerekir) kalıcı hasar ne yazık ki olabilir. Bunu önlemek için telekonsültasyon ve ilk başvuru merkezinde tedavi başlatılması hayatidir. Bunun önemli bir örneği *TeleMedical Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS)*,

Bavaria, Almanyadır. Burada 15 bölgesel merkez arasındaki iletişim ile ortalama tedaviye başlama süresi yaklaşık 30 dakika azaltılmıştır (Müller-Barna vd, 2014,2739).

4. Tartışma

Özellikle son 10 yılda telekomünikasyon altyapısının kullanıldığı sağlık sistem uygulamaları önemli derecede gelişme göstermiştir. Burada herkesin daha etkin sağlık uzmanına ulaşma isteği, telekomünikasyon sisteminin artık mobil uygulamalar ve evde bireyin sağlık durumunu değerlendirmeye yetecek kadar gelişmiş olması önemli bir faktördür. Teletıp ile acil müdahale gereken durumlarda uzman sağlık kuruluşuna sevk etmeden tedavinin gerçekleştirilmesi, telekonferans, telekonsültasyon veya hastanın takibinin uzaktan yapılabilmesi hem sağlık sisteminin yükünü azaltıp hem de maliyetleri düşürmede önemli rol oynamaktadır. Giyilebilir sağlık teknolojileri ile hasta, sporcu veya asker olsun bireyin verileri sonradan incelemek için depolanabilir veya gerçek-zamanlı (*real time*) sağlık merkezi tarafından izlenebilir hale gelmiştir. Acil travma, strok vakaları ile riskli gebelerin evden çevrimiçi (*online*) takibini sağlayan sistemler önemli derecede hayat kurtarıcı olabilmektedir. Diğer yandan sağlık sistemi içerisinde belli konularda videokonferans veya internet üzerinde farklı teknolojilerin kullanımı ile konusunda acemi hekimlerin uzman hekimler tarafından eğitilmesi özellikle kırsal

bölgelerdeki hastaların daha kaliteli bilgiye ulaşmasında yardımcıdır. Laparoskopik ve robotik teknolojilerin gelişmesi ile uzaktan cerrahilere de imkan sağlanmış bu şekilde *telementoring* veya telecerrahi artık okyanus ötesinden de yapılabilir olmuştur. Mevcut kamera sistemlerinin artık 3D görüntü kalitesinde olması, akıllı telefon (*smartphone*) uygulamaları veya uygulanabilir cihazlar sayesinde uzaktan da artık teşhis, tedavi ve takip daha rahat olmaktadır.

Tüm bu toplum sağlığı için olumlu etkilerinin yanında kullanımını ciddi kısıtlayan faktörlerde mevcuttur. En önemlileri birey ve devlete olan maliyeti ile veri aktarımındaki doğruluktur. Telekomünikasyon araçları ve sistemlerin gelişimi, bireylerin bunlara ulaşılabilirliğindeki artış ile bu iki önemli kısıtlayıcının yakın zamanda daha da öneminin azalacağını düşünmekteyiz.

Finansal destek

Çalışma, herhangi bir gerçek ya da tüzel kişi tarafından finansal destek almamıştır

Çıkar Çatışması

Sunulan çalışma ile ilgili olarak yazarların hiçbirisinin çıkar çatışması yoktur.

Kaynakça

- Agarwal R, Levinson AW, Allaf M, Makarov D, Nason A, Su LM.(2007) The RoboConsultant: telementoring and remote presence in the operating room during minimally invasive urologic surgeries using a novel mobile robotic interface. *Urology*,70:970e974.
- Augestad M, Han H, Paige J, Ponsky T, Schlachta MC Dunkin and Mellinger J.(2017) Educational implications for surgical telementoring: a current review with recommendations for future practice, policy, and research. *Surg Endosc.* Oct;31(10): 3836e3846.
- Banaee H, Ahmed M.U and Loutfi A.(2013) Data mining for wearable sensors in health monitoring systems: A review of recent trends and challenges. *Sensors*, 13, 17472–17500.
- BASIS. PEAK—The Ultimate Fitness and Sleep Tracker. Available online: <https://www.mybasis.com/> (accessed on 15 April 2017).
- Bernard Fong, A.C.M Fong and C.K. Li. *Telemedicine Technologies Information Technologies in Medicine and Digital Health*. Second Edition.2020 John Wiley & Sons Ltd.
- Bowersox JC, Cordts PR and LaPorta AJ. (1998) Use of an intuitive telemanipulator system for remote trauma surgery: an experimental study. *J Am Coll Surg*.186(6): 615e621.
- Byrne JP and Mughal MM. (2000) Telementoring as an adjunct to training and competence-based assessment in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*.14: 1159e1161.
- Challacombe B, Patriciu A, Glass J, Aron M, Jarrett T, Kim F and Dasgupta P.(2005) A randomized controlled trial of human versus robotic and telerobotic access to the kidney as the first step in percutaneous nephrolithotomy. *Comput Aided Surg*.10(3):165e171.
- Chan M, Esteve D, Fourniols J.Y, Escriba C and Campo E.(2012) Smart wearable systems: Current status and future challenges. *Artif. Intell. Med.* 56, 137–156
- Cheah W, Lee B, Lenzi J and P MY Goh. (2000) Telesurgical laparoscopic cholecystectomy between two countries. *Surg Endosc* 14, 1085.
- Chen CH, Young TH, Huang CH, Chang HH, Chen CL, Chien HF and Cheng NC.(2014) Patient-centered wound teleconsultation for cutaneous wounds: a feasibility study. *Ann Plast Surg* 72(2):220-4.
- Cubano M, Poulouse BK, Talamini MA, Astosek LE, Lentz R, Nibe R and Mendoza-Sagaon M.(1999) Long distance telementoring: a novel tool for laparoscopy aboard the USS Abraham Lincoln. *Surg Endosc.* 13:673e678.
- Datta N, MacQueen IT, Schroeder AD, Wilson JJ, Espinoza JS, Wagner JP and Chen D.(2015) Wearable technology for global surgical teleproctoring. *J Surg Educ.* 72(6):1290e1295.
- Davis MC, Can DD, Pindrik J, Rocque BG and Johnston JM.(2016) Virtual interactive presence in global surgical education: international collaboration through augmented reality. *World Neurosurg.* 86:103e111.
- Doolittle GC, Harmon A, Williams A, Allen A, Boysen CD, Wittman C and Carlson E.(1997) A cost analysis of a teleoncology practice. *J Telemed Telecare*.3(1_suppl):20-22.
- Fabrizio MD, B R Lee, D Y Chan, D Stoianovici, T W Jarrett, C Yang and Kavaussi LR.(2000) Effect of time delay on surgical performance during telesurgical manipulation. *J Endourol.* 14(2):133e138.
- Ferrándiz L, Ojeda-Vila T, Corrales A, Martín-Gutiérrez FJ, Ruiz-de-Casas A, Galdeano R and Moreno-Ramirez D.(2017) Internet-based skin cancer screening using clinical images alone or in conjunction with dermoscopic images: a randomized teledermoscopy trial. *J Am Acad Dermatol*.76(4):676–82.
- Fundamentals of Telemedicine and Telehealth.(2020) Shashi Gogia. Academic Press. 1st Edition. ISBN: 978-0-12-814309-4.
- Guo J, Guo S, Tamiya T, Hirata H and Ishihara H.(2016) A virtual reality-based method of decreasing transmission time of visual feedback for a tele-operative robotic catheter operating system. *Int J Med Robot.* 12(1):32-45.
- Hanley EJ, Miller BE and Herman BC.(2005) Stereoscopic robotic surgical telementoring: feasibility and future applications. Presented at annual meeting of American Telemedicine Association, Denver, Colorado, April 17, 40.
- Janetschek G, Bartsch G and Kavoussi L.(1998) Transcontinental interactive laparoscopic telesurgery between the United States and Europe. *J Urol.* 1998;160(4):1413.
- Johnson A, Yang F, Gollarahalli S, Banerjee T, Abrams D, Jonassaint J and Shah N.(2019) Use of Mobile Health Apps and Wearable Technology to Assess Changes and Predict Pain During Treatment of Acute Pain in Sickle Cell Disease: Feasibility Study. *JMIR Mhealth Uhealth.* Dec 2;7(12):e13671.

- Krehel M, Schmid M, Rossi R.M, Boesel L.F, Bona, G.L and Scherer L.J.(2014) An optical fibre-based sensor for respiratory monitoring. *Sensors* 14, 13088–13101.
- Latifi R, Hadeed GJ, Rhee P, O'Keeffe T, Friese RS, Wynne JL and Judkins D.(2009) Initial experiences and outcomes of telepresence in the management of trauma and emergency surgical patients. *Am J Surg*;198(6):905-10.
- Lee BR, Cadeddu JA, Janetschek G, Schulam P, Docimo SG, Moore RG, et al.(1998) International surgical telementoring: our initial experience. *Stud Health Technol Inform.* 50:41e47.
- Li J, Wilson LS. (2013) Telehealth trends and the challenge for infrastructure. *Telemed J E Health* 19(10):772-9.
- MedTech Impact of Wellness (2018). Forces Driving The Growth Of Wearable Medical Device Market. Retrieved December 26, 2018, from: <https://www.healthworkscollective.com/forcesdriving-the-growth-of-wearable-medical-device-market/>.
- M. MOOV NOW™. Available online: <http://welcome.moov.cc/> (accessed on 15 April 2017). Biodevices, S.A. VitalJacket®. Available online: <http://www.vitaljacket.com/> (accessed on 15 April 2017).
- M. M. Özbilen, E. Yiğit, H. Işiker and M. Kaplanoğlu, "Course of unborn baby's heart by wireless baby tracking system," 2013 8th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), Bursa, 2013, pp. 376-379, doi: 10.1109/ELECO.2013.6713865.
- Marescaux, J., Leroy, J., Gagner, M, Rubino F, Mutter D, Vix M and Smith MK.(2001) Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature* **413**, 379–380.
- Muir J. Telehealth: the specialist perspective.(2014) *Aust Fam Physician* 43(12):828-30.
- Muir J and Lucas L. Tele-dermatology in Australia.(2008) *Stud Health Technol Inform* 131:245-53.
- Muller-Barna P, Hubert GJ, Boy S, Bogdahn U, Wiedmann S, Heuschmann PU and Audebert HJ.(2014) TeleStroke units serving as a model of care in rural areas: 10-year experience of the TeleMedical project for integrative stroke care. *Stroke* 45(9):2739-44.
- Nguan C, Miller B, Patel R, Luke PPW and Schlachta CM.(2008) Pre-clinical remote telesurgery trial of a da Vinci telesurgery prototype. *Int J Med Robot Comput Assist Surg.* 4:304e309.
- Nguan CY R, Morady C, Wang D, Harrison D, Browning R and Rayman P.(2008) Robotic pyeloplasty using internet protocol and satellite network-based telesurgery. *Int J Med Robot.* 4(1):10-14.
- Patel TM, Shah SC and Pancholy SB.(2019) Long Distance Tele-Robotic-Assisted Percutaneous Coronary Intervention: A Report of First-in-Human Experience. *EClinicalMedicine.* ;14:53-58.
- Phillips JD and Withrow K. Virtual Interactive Presence: An Operative Feasibility Study.(2012) *Otolaryngology – Head and Neck Surgery.* 147(2 Suppl):P143–P143.
- Pruitt LD, Luxton DD and Shore P.(2014) Additional clinical benefits of home-based telemental health treatments. *Prof Psychol Res Pract* 45(5):340-6.
- Qardio Inc. QARDIOCORE. Available online: www.getqardio.com (accessed on 15 April 2017).
- Santamaria N and Kapp S.(2013) TeleWound care: providing remote wound assessment and treatment in the home care setting: current status and future directions. *Smart Homecare Technol TeleHealth* 1:35-41.
- Serper M and Volk ML. Current and Future Applications of Telemedicine to Optimize the Delivery of Care in Chronic Liver Disease.(2018) *Clin Gastroenterol Hepatol.* 16(2):157-161.
- Shenai MB, Tubbs RS, Guthrie BL and Cohen-Gadol AA.(2014) Virtual interactive presence for real-time, long-distance surgical collaboration during complex microsurgical procedures. *J Neurosurg.* 121(2):277–284.
- Shenai MB, Dillavou M, Shum C, Ross D, Tubbs RS and Shih A.(2011) Virtual interactive presence and augmented reality (VIPAR) for remote surgical assistance. *Neurosurgery.*68(1 Suppl Oper.):200–207. discussion 207.
- Sterbis JR, Hanly EJ, Herman BC, Marohn MR and Broderick TJ, Shih SP, et al.(2008) Transcontinental telesurgical nephrectomy using the da Vinci robot in a porcine model. *Urology.* 71:971e973.
- Syduzzaman M, Patwary S.U, Farhana, K, Ahmed S.(2015) Smart textiles and nano-technology: A general overview. *J. Text. Sci. Eng.* 5, 1000181.
- Tanaka Y, Ueda Y, Okazawa A and Kimura T.(2017) 'Smartscopy' as an alternative device for cervical cancer screening: a pilot study. *BMJ Innov.* 3(2):123-126.

Thomas J and Kumar P.(2013) The scope of tele dermatology in India. *Indian Dermatol Online J* 4(2):82-9.

Yilmaz T, Foster R and Hao Y.(2010) Detecting vital signs with wearable wireless sensors. *Sensors*. 10, 10837–10862.

World Health Organization. Telemedicine: opportunities and developments in Member States: report on the second global survey on eHealth: Geneva, Switzerland World Health Organization, 2010 pp 93.

Yamamoto D. (2014). Assessment of the Feasibility and Cost of Replacing In-Person Care with Acute Care Telehealth Services. <http://connectwithcare.org/wp-content/uploads/2014/12/Medicare-Acute-Care-Telehealth-Feasibility.pdf>.

Zephyr Performance Systems. BioHarness™ 3. Available online: <http://www.zephyranywhere.com/products/bioharness-3> (accessed on 15 April 2017).

Zhao D, Ma L, Ma C, Tang J and Liao H. (2016) Floating autostereoscopic 3D display with multidimensional images for telesurgical visualization. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 11(2):207e215.

Zvornicanin E, Zvornicanin J and Hadziefendic B. (2014) The use of smart phones in ophthalmology. *Acta Inform Med* 22(3):206-9.