



ERİŞKİN VE PEDIATRİK NEFROLOJİDE TELETIP VE YAPAY ZEKÂ (TELENEFROLOJİ) REHBERİ

TÜRK NEFROLOJİ DERNEĞİ ve
ÇOCUK NEFROLOJİ DERNEĞİ
ORTAK UZMAN GÖRÜŞÜ RAPORU 2024



ERİŞKİN VE PEDIATRİK NEFROLOJİDE TELETIP VE YAPAY ZEKÂ (TELENEFROLOJİ) REHBERİ

TÜRK NEFROLOJİ DERNEĞİ ve ÇOCUK NEFROLOJİ DERNEĞİ
ORTAK UZMAN GÖRÜŞÜ RAPORU
2024

Editörler
Dr. Sema AKMAN, Dr. Elif ARI BAKIR

İstanbul, 2024

ERİŞKİN VE PEDIATRİK NEFROLOJİDE TELETIP VE YAPAY ZEKÂ (TELENEFROLOJİ) REHBERİ

TÜRK NEFROLOJİ DERNEĞİ ve ÇOCUK NEFROLOJİ DERNEĞİ
ORTAK UZMAN GÖRÜŞÜ RAPORU 2024

Nisan, 2024



TÜRK NEFROLOJİ DERNEĞİ

Valikonağı Cad. Şakayık Sok. Polat Apt.
No: 79/1 34365 Nişantaşı, İstanbul
Telefon : (212) 219 4882
Faks : (212) 219 4883
E-posta : info@tsn.org.tr



ÇOCUK NEFROLOJİ DERNEĞİ

Karşıyaka Mah. Kayı Cad. 29/7
Keçiören, Ankara
E-posta : info@cocuknefroloji.org

ISBN: 978-625-6726-02-4

BULUŐ Tasarım ve Matbaacılık Hizmetleri San. Tic., Ankara
Tel: (312) 222 44 06 • Faks: (312) 222 44 07
www.bulustasarim.com.tr

Bu rehberin yayın hakları Türk Nefroloji Derneği ve Çocuk Nefroloji Derneği'ne aittir. Türk Nefroloji Derneği ve Çocuk Nefroloji Derneği'nin yazılı izni olmadan bu raporun hiçbir bölümü basılamaz, elektronik ve mekanik bir şekilde çoğaltılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.

İÇİNDEKİLER

■ Önsöz	VI
■ Tablolar	VII
■ Şekiller	VII
■ Bölüm 1: Tanımlar ve Literatürde Telenefroloji Deneyimleri	1
Hipertansiyonda Teletıp	2
Diyalizde Teletıp	2
Böbrek Naklinde Teletıp	3
Nefrolojide Yapay Zekâ	3
■ Bölüm 2: Teletıp Uygulamaları İçin Gerekli Alt Yapı	6
■ Bölüm 3: Telenefrolojinin Avantajları	10
Yapay Zekâ	11
■ Bölüm 4: Telenefrolojinin Dezavantajları	15
Bakım Koordinasyonu	15
Dijital Bölünme	15
Olumsuz Algı.....	15
Zaman Kısıtlılığı.....	16
Altyapı Sorunları.....	16
Yasal Düzenlemeler.....	16
Bilimsel Araştırma Eksikliği.....	17
Veri Gizliliği	17
Sosyal Güvence ve/veya Özel Sigorta Sorunları	17
Hekim Ödemeleri	18
■ Bölüm 5: Teletıpta Yasal Dayanak ve Hukukçu Görüşü	19
■ Bölüm 6-A: Telenefroloji ve Erişkin Nefrolojide Kullanımı	22
Telesağlık ve Teletıp Kavramları	22
Telenefroloji.....	22
■ Bölüm 6-B: Telenefrolojinin Pediatrik Genel Nefrolojide Kullanımı	26
■ Bölüm 7-A: Erişkin Hemodiyalizinde Telenefrolojik Yaklaşımlar.....	29
Sonuç	32

■ Bölüm 7-B: Çocuk Hemodiyaliz Uygulamalarında Telenefroloji.....	33
Giriş.....	33
Uzaktan Hasta İzlemi (Remote Patient Monitoring) ve Ev Hemodiyalizi.....	33
Online Hemodiyafiltrasyon.....	35
Sonuçlar	35
■ Bölüm 8-A: Telenefrolojinin Erişkin Periton Diyalizinde Kullanımı	37
Teletıbbın Periton Diyalizinde Kullanımı.....	38
Sonuç	40
■ Bölüm 8-B: Telenefrolojinin Çocuklarda Periton Diyalizinde Kullanımı.....	42
Hastaların ve PD Ekip Üyelerinin Telenefrolojiye Bakışı.....	43
Periton Diyalizinde Uzaktan Yönetim	43
Periton Diyalizinde Telenefrolojinin Yasal Sorumluluklar	44
Çocuk Periton Diyalizinde Teletıp Uygulamaları Nasıl Olmalıdır?.....	44
Mobil Uygulamalar ve İnternet Siteleri	45
Sonuç	46
■ Bölüm 9-A: Telenefrolojinin Erişkin Böbrek Nakilli Hasta Takibinde Kullanımı.....	48
Teletıp Uygulamaları ve Kullanım Alanları	48
Nakil Öncesi Teletıp Uygulamaları.....	48
Nakil Sonrası Teletıp Uygulamaları.....	49
Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar ve Öneriler	49
Yapay Zekâ ve Böbrek Nakli	50
Radyolojik Değerlendirme.....	50
Patolojik Değerlendirme	50
Graft Sağkalımı	51
İmmünsüpresif Doz Optimizasyonu	51
Rejeksiyon Tanısı	51
■ Bölüm 9-B: Telenefrolojinin Pediatrik Böbrek Nakilli Hasta Takibinde Kullanımı.....	53

HAZIRLAYANLAR

- Dr. Sema AKMAN
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Nefrolojisi Bilim Dalı, Antalya
- Dr. Elif ARI BAKIR
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Uluslararası Tıp Fakültesi, İstanbul
- Dr. Zafer ERCAN
Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nefroloji Bölümü, Sakarya
- Dr. Özkan GÜNGÖR
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı, Kahramanmaraş
- Dr. Özant HELVACI
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı, Ankara
- Dr. Mukaddes KALYONCU
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Nefrolojisi ve Çocuk Romatolojisi Bilim Dalı, Trabzon
- Dr. Gülşah KAYA AKSOY
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Nefrolojisi Bilim Dalı, Antalya
- Dr. Engin ONAN
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Turgut Noyan Araştırma ve Uygulama Merkezi, Nefroloji Bilim Dalı, Adana
- Dr. Nurhan SEYAHİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı, İstanbul
- Dr. Mehmet TAŞDEMİR
İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Nefrolojisi Bilim Dalı, İstanbul
- Dr. Özde Nisa TÜRKKAN
Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Nefrolojisi Bilim Dalı, İstanbul
- Dr. Sena ULU
Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı, İstanbul
- Dr. Abdülgaffar VURAL
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Hukuku Anabilim Dalı, İstanbul
- Dr. Saliha YILDIRIM
Sincan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nefroloji Bölümü, Ankara

(Yazarlar soyisimlerine göre alfabetik sıralanmıştır)

ÖNSÖZ

Geleceğe hazırlık ve sanal teknolojiyi daha etkin kullanabilmek adına kurduğumuz Telenefroloji Bilişim Grubu, Çocuk Nefroloji Derneği ve Türk Nefroloji Derneği üyeleri arasından katılımlarla gönüllülük esasına göre oluşmuştur.

Günümüzde hızla ilerleyen teknolojik yeniliklere adapte olabilmek ve mesleğimiz için günlük rutinemizde telesağlık yöntemlerini kullanmak kaçınılmaz bir mecburiyet olarak karşımıza çıkmıştır. Bu bağlamda erişkin nefroloji uzmanı ve pediatrik nefroloji uzmanlarına yönelik yaptığımız anketlerde teletıp konusunda bilgi eksikliği olduğunu tespit etmemiz ve bu konuda rehber ihtiyaç var mıdır sorusuna ezici çoğunluğun evet demesi üzerine bu rehberin hazırlıklarına başlanmış ve bilişim grubu olarak işbölümü yapılarak bu rehber hazırlanmıştır.

Genel tanımlamalar, alt yapı, genel nefroloji diyaliz ve böbrek nakli alanlarında kullanımları ile ilgili hazırlanan bu rehberin, bu alanlarda çalışan her hekime faydalı olmasını diliyoruz.

Editörler

Dr. Sema AKMAN, Dr. Elif ARI BAKIR

TABLULAR

- **Bölüm 2 / Tablo 1:** Telenefrolojinin avantajları ve zorlukları..... 11
- **Bölüm 2 / Tablo 2:** Nefrolojinin ana alanlarındaki yapay zekâ uygulamalarına örnekler 12
- **Bölüm 8-A / Tablo 1:** Teletıbbın periton diyalizinde optimal kullanımı için gereken koşullar..... 40

ŞEKİLLER

- **Bölüm 2 / Şekil 1:** Telefonlar, bilgisayarlar, televizyonlar, radyolar, modemler ve diğer iletişim cihazlarından çıkan verinin aktarımı..... 7
- **Bölüm 3 / Şekil 1:** Bir telenefroloji programının temel kurulumu 10

Bölüm 1

Tanımlar ve Literatürde Telenefroloji Deneyimleri

Dr. Sema AKMAN

Diğer alanlarda olduğu gibi nefrolojide de bilgisayar teknolojilerinin kullanımı giderek artmaktadır. Pandemi getirdiği zorlayıcı şartlar uzaktan hastalara yardım ve yönlendirme çabalarını artırmış, bu durum, kolaylıklar yanında zorluklar ve bilinmezlikleri de beraberinde getirmiştir. Özellikle yaşlı ve çocukluk çağına olan hastaların immün sistemlerinin kırılma olma düşünce ve COVID19 hastalığından korunma çabası ile bu grup hastaların hastaneye getirilmemesi aileleri tarafından tercih edilmiş, bu da zaten kronik hastalıklarına bağlı var olan risklerini daha da artırmıştır. Bu risklerin azaltılması için hasta ve hekimin teletıp yolu ile iletişim kurması daha da cazip hâle gelmiştir. Doktorlar ve hastalar arasında, telefonla görüntülü, sesli veya yazılı iletişim sıklığı artmış ancak bu durum beraberinde hukuki ve mali sorun potansiyelini de getirmiştir. Teletıp konusunda her alanda olduğu gibi nefrolojide de hızla yönergeler hazırlanma zorunluğu doğmuştur. Böylece hem hastalar hem de sağlık çalışanlarının kanun önünde korunması mümkün olabilir. Sağlık hizmetinde kaliteyi koruyarak uzaktaki hastaya hizmet vermek ve üst düzey uzmanlıklardan tele-konsültasyon yöntemi ile faydalanmak teletıp ile mümkündür. Yapay zekâ ise riskleri öngörmek ve gerekli önlemleri almak için hızla hayatımıza girmiştir. Kavram kargaşasını önlemek için bu alanda kullanılan tanımlamalara göz atmakta fayda vardır.

E-sağlık; Bilgisayar teknolojilerinin toplumun sağlığını iyileştirmeye ve sağlık hizmetlerine ulaşılabilirliğini artırmaya yönelik olarak kullanılmasıdır. Tele-sağlık; Sağlık hizmetlerinin, uzakta oturan kişilere bir ağ sistemi ile verilmesine denir. Tele-tıp ise tele-sağlık hizmetlerinin, hasta takip ve tedavisinde kullanılmasıdır. Nefrolojide teletıp, özellikle diyaliz cihazlarının yeni versiyonlarının uzaktan takibi olanaklı kılması ile günlük kullanımda kendine yer bulmuştur. Kronik böbrek hastalarının yakın takip gerekliliği nedeni ile whatsapp, telegram vb. uygulamalar ile çoktandır günlük hayatımızın rutini olmuştur.

Teletıp uygulamaları genellikle görüntü, video ve ses aktarımı üzerine kurulur. Teletıpın etkin bir şekilde kullanımı için, hastanın ve sağlık personelinin kullanımına hazır cihazlarda uygun yazılım ve donanım olması, hastane bilgi işlem ve hizmet sistemlerinin teletıpa uyumlu hâle getirilmesi ve yasal alt yapının hazırlanması gereklidir.

Ülkemiz tıp hukukunda güncel hali ile tüm unsurları ile uzaktan tedavi mümkün değildir. Hekim, tedaviyi bizzat uygulamak durumundadır. Hekim ve hasta arasındaki “güven ilişkisi” tedavinin hekim tarafından bizzat yürütülmesini gerekli kılmaktadır (Borçlar Kanunu 506). Bizzat tedavi yükümlülüğü, uzaktan tedavi yasağı anlamına gelmektedir.

Sağlık Bakanlığı bir yazıyla, bu konuda dikkat edilmesi gereken hususları belirlemiştir: Buna göre,

- Sağlık kurumlarına başvuran hastanın genel durumunun değerlendirilmesi,
- Tetkiklerin istenmesi,
- Teşhisin konulması,
- Gerekli görülmesi hâlinde ilaç reçete edilmesi,

Tedavi sürecinin aşamaları olup, bu süreçte hastanın hekim tarafından görülmesi zorunludur. Yargıtay'ın bu tür hallerde bilinçli taksir nedeniyle cezalandırmayı öngören kararları da bulunmaktadır.

Çok açık ki mevcut yasal düzenlemelerde gerekli değişiklikler yapılmadan ülkemizde telenefrolojinin tüm unsurlarıyla kurulumu ve uygulanması mümkün değildir. Ancak yine de yasal durumun belirsizliği hastaların uzaktan yönlendirilmesi için bir engel teşkil etmemektedir. Nefroloji merkezlerindeki hekimlerin hastanın yaşadığı yerdeki hekimle iş birliği yapması hem hekim hem de hastalar için avantaj getirecektir. Hekimin yasalar önünde korunması için kanunda değişiklikler yanında yönergelerin hazırlanması telenefrolojinin gelecekte hızla gelişmesini sağlayacaktır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yasal alt yapılar hazırlanmaya çalışılmaktadır. Bilişim kongreleri yapılmakta ve bu kongrelerde sorunlar tartışılarak çareler aranmaktadır. 24-27 Mart 2021 tarihleri arasında çevrimiçi olarak yapılan benim de katılımcısı olduğum 13. Tıp Bilişimi kongresinin ana teması olan Teletıp konusunda değişik disiplinlerden bilim insanları çalışmalarını sunmuşlar, Sağlık Bakanlığı ve Türk Tabipleri Birliği de katkıda bulunarak sorunların çözümü için öneriler geliştirilmiştir.

Hekimin yasal olarak suçlu durumuna düşmeden hastaya yardımcı olabileceği birçok teletıp hizmeti vardır. Bunlar özellikle hipertansiyon, kronik böbrek hastalığı, diyaliz ve böbrek nakli alanındadır.

Hipertansiyonda Teletıp

Günümüzde akıllı telefonların ve bu telefonların aksesuarı olan giyilebilir aletlerin kullanımının artması, sağlık alanında toplumun kullanımına sunulan mobil uygulamaların yaygınlaşması ile bu aletlerin yaptığı dijital kayıtlar, bu kayıtların hekime yönlendirilebilir olması bu konuda çalışmaları hızlandırmıştır. Yapay zekâ uygulamaları ile tanı konulmamış hipertansiyon hastalarının saptanması mümkün hâle gelmiştir. Öyle ki çok büyük sayılarla toplum taramaları yapılması ve bunun daha sonra gerçek yaşam çalışmaları ile doğrulanması ile önleyici hekimlik adına büyük adımlar atılmıştır. Bireysel olarak hipertansiyon hastalarının kullanımına sunulan mobil uygulamalar ile ilaç saati hatırlatmaları, tedavi uyumu için motivasyon çalışmaları, herhangi bir hastanede yapılan tahlillerin doğrudan hekime yönlendirilmesi yoluyla hastanın, primer izleyen hekimin kontrolünde olabilmesi ile tedavi uyumunun çok daha iyi olduğu ve komplikasyonların daha iyi önlenebildiği gösterilmiştir.

Diyalizde Teletıp

Evde yapılan diyaliz hizmetlerinde ve hastanede yapılan diyaliz hizmetlerinde de teletıpın yeri vardır. Giderek yaygınlaşan ev hemodiyalizi ve pandemi ile tekrar artış gösteren evde periton diyalizi teletıpın çok etkin kullanılabildiği alanlardır. Evde diyaliz yapılan hastalar ile sağlık personelinin görüntülü iletişimi, hastaya ait verilere sağlık personelinin ulaşabilmesi ile hastanın, sağlık personelinin, ülkenin ve atmosferin bile daha iyiye doğru gittiğine dair veriler vardır.

Hemen hemen tüm çalışmalarda hasta memnuniyetinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Nedenleri hastanın otomisinin artması, hastane ziyaretlerinin azalması, kendine güveninin artması, güvenlik hissini artması, yük olma algısının azalması, yaşamak için daha fazla zamanının olması olarak tanımlanmıştır. Yaşam kalitesi çalışmalarında teletıp uygulamaları sonrası skorların düzeldiği bildirilmiştir. Ayrıca teletıp uygulamaları sonrası kan basıncı, diyalizler arası ağırlık kontrolü, tedavi uyumu gibi parametrelerde düzelmeler yanında teknik yetersizlikte azalma saptanmıştır. Teknolojinin kullanımı ile ev eğitimi kolaylaşmış ve eğitim süreleri kısalmıştır. Hastaların seyahat giderleri ve seyahat için harcadığı zaman azalmıştır. Hastanın özbakım için kendine ayırdığı süre ve çaba artmıştır. İş ve okulun daha olumlu etkilendiği gösterilmiştir. Teletıp uygulamaları ile hastaneden eve geçiş sürecinin çok daha kolay olduğu ve teknik yetersizliklerin daha az olduğu bildirilmiştir.

Sağlık ekonomisi olarak bakıldığında, teletıp uygulamaları ile sağlık personelinin seyahat ve satellit kliniklerin giderlerinin azalması poliklinik ve klinik oda kullanımının azalması, park yeri giderlerinin azalması, daha

az ambulans giderleri, bu alanlar için ayrılan paranın daha farklı alanlara aktarılabilmesi, uzak alanlar için sağlık bakımının iyileşmesi gibi faydaları olduğu gösterilmiştir. İklim ve çevreye faydaları fosil yakıt tüketimin azalması, hastane çevresine daha az park edilmesi olarak bildirilmiştir.

Periferde çalışan hekimlerin de uzman hekimler ile teletıp yöntemi ile konsültasyon yapma pratikleri giderek artmaktadır. Artık her yerden hastaların elektronik verilerine ulaşılabilmesi konsültasyonları daha verimli ve etkin kılmaktadır.

Merkezde diyaliz tedavisine giren hastalarda da diyaliz arası günlerde vital bulguların takibi, sorgulamalar ve hatırlatmalar ile daha iyi takip mümkündür. Diyaliz seansı anında video konferanslar, görsel eğitimler ile hastanın bilgilendirilmesi de faydalıdır. Telenefroloji deneyimlerinin paylaşıldığı yayınlar az sayıda denekle yapılmış ve kısıtlı sayıdadır ancak giderek artmaktadır. Bu alanda çok daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Giderek büyüyen bu sahada CONNECT(Clinical Evaluation of Remote Notification) çalışması gibi yeni çalışmaların gerçekleştirilmesi ile çok daha objektif verilerin elde edilmesi mümkün olacaktır.

Böbrek Naklinde Teletıp

Böbrek nakli yapılmış hastalarda stabil dönemlerinde teletıp kullanımı ile hastane başvurularının ve komplikasyonların azaldığı gösterilmiştir. Teletıp kullanımının rutin uygulanmaya başlanmasından sonra polikliniklerde bekleme sürelerinin azaldığı ve finansal olarak faydalı olduğu bildirilmiştir. Transplant hastaları relatif olarak genç hastalar olduğu için teknolojiye sıcak bakmakta, transplantasyon sonrası izlemde teletıp uygulamalarında zorluk çekmemektedir. Transplantasyon ünitelerinin çalışma sistemlerinin yeniden revize edilmesi hâlinde ekonomik olarak oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir. Özellikle geçiş polikliniklerinde teletıp uygulamaları oldukça caziptir. Mobil uygulamalar ile hastanın tedavi uyumunun arttığı gösterilmiştir. En çok bilinen iki akıllı telefon uygulamasının kullanıldığı hastaların devam ettiği gerçek kliniklerde hem kronik böbrek hastaları hem de transplant hastaları teletıp uygulamaları hakkında genellikle olumlu görüş bildirmişlerdir. RenalPatientViewTM ve mHealth uygulamaları dışında böbrek nakilli hastalara özgü hazırlanan Transplant HeroTM uygulamasında immünsüpresif hatırlatmaları da vardır. Daha sofistike bir uygulama olan MyTherapy ile kuru ağırlık kontrolü, diyet ve yaşam kalitesinde iyileşme de hedeflenmektedir. Pediatrik transplant hasta grubunda teletıp daha da etkin kullanıma uygundur ve ebeveynlerin %90 ı memnun olduğunu bildirmiştir.

Özet olarak teletıp uygulamaları ile semptom günlüğü tutmak, bilgi desteği yapmak, hatırlatıcılar ile tedaviye uyumu artırmak, multidisipliner yaklaşımlarla egzersiz, psikolog v.b desteği ile yaşam kalitesini artırmak, psikoterapi yapmak, entegre sensörler ile kalp hızı, biyokimyasal belirteçler, idrar tahlili, diyet önerileri ile yaşam stil desteği, bakım desteği ve her şeyden önemlisi iyi iletişim mümkündür. Tüm avantajlarına karşın teletıp uygulamalarının etkin ve yaygın kullanılmasında bazı engeller vardır. Bunlar başlıca teknik, ekonomik ve uyum zorlukları olarak özetlenebilir. İnternet kullanımı eğitim seviyesi ve maddi olanaklar düştükçe azalmaktadır ayrıca ileri yaşlarda kullanım becerisi de daha düşüktür. Bazı hastalar görsel iletişimi özel hayatına müdahale gibi algılamaktadır. Yüzyüze bakıma göre daha baştan savma olduğunu düşünen hasta yakınları veya hastalar olabilir. Hekimler açısından bakıldığında; zamanlama iyi ayarlanmadığında ilave iş yükü olarak görülüp değişime direnç olabilir. Çok fazla veri gelişi ile yorgunluk artabilir. Ayrıca internet altyapısının iyi olmaması gibi teknolojik yetersizlikler de teletıpın yaygınlaşmasına engeldir. Kanuni değişikliklerin yavaş ve yetersiz yapılması da diğer bir engeldir.

Nefrolojide Yapay Zekâ

Çok uzun yıllardır yaşamımızda olan yapay zekâ son yıllarda popülerleşmiş ve nefrolojide de yapay zekâ çalışmaları hız kazanmıştır. Temel olarak riski değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışmalar makine öğretilerine dayanmaktadır. Makine öğrenmesinin temel dayanağı giriş verisini alabilen algoritmalar oluşturmak ve çıktıları

yeni veriler ortaya çıktıkça güncellerken bir çıktığı tahmin etmek için istatistiksel analiz kullanmaktır. Makine öğretisi ise bir makinenin sert kodlanmış kurallar yerine büyük veri setlerini kullanmayı öğrenmesini ifade eder. Derin öğrenmenin başarısı ile yüksek beklentiler içine girilmiştir. Derin öğrenme, makine öğrenmesinin özel bir formudur. İnsan beyninden esinlenerek yapay derin nöral bağlantılar ile dev ölçülerde belli kalıpları tanımayı amaçlar. Patolojik ve radyolojik görüntüleri tanımlamak yapay zekâ ile mümkündür. Otozomal dominant polikistik böbrek hastalığında böbrek volümü gerçeğe yakın kesinlikte yapay zekâ ile tanımlanmıştır. Yüksek riskli hastaları tanımlamak yapay zekâ ile mümkündür. Özellikle böbrek nakli yapılan hastalarda bu çalışmalar giderek artmaktadır.

Yapay zekânın tercih edildiği diğer bir alan hemodiyalizde kuru ağırlığı saptamak ve diyaliz reçetelerini sağlıklı bir şekilde yapmak için kullanımınıdır. Hastanın gerçek zamanlı olarak hemostaz değişikliklerini saptayarak intradiyalitik hipotansif atakları ve ultrafiltrasyonda büyük değişiklikleri yapay zekâ yardımı ile engellenebilir.

ANEMEX trial (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03214627) gibi uygulamaların kullanımı ile eritropoetin dozunun ayarlanması çalışmaları yapılmaktadır. Tüm ilaçlar için doz ayarlamaları ve güncel araştırma yapma olanakları vardır. Giderek küreselleşen dünyamızda göçmenler ve mülteciler tüm ülkelerde giderek sayıca artmaktadır. Bu durumlarda da yine yapay zekâ yardımcı olmakta, anında çeviri ile her türlü doktor tavsiyesi, reçeteler, medikal bilgilendirmeler otomatik olarak hastanın ana dilinde yapılabilmektedir. Hastanın anadilinde yaptığı günlük kayıtlar veya tıbbi kayıtlarda otomatik olarak hekimin ana diline çevrilebilmektedir. İlginç deneyimlerden birisi de dev bilgi analizleri ile nadir hastalıkların tanısının kesine yakın konulabilmesidir. Benzer sistem nadir glomeruler hastalıklar, herediter renal hastalıklar veya vaskulitlerin tanısını koyarken yardımcı olabilir.

Gelecekte Nefrolojide Teletıp ve Yapay Zekânın Kullanımı

Günümüzde özel hazırlanan kitler ile uzaktan video görüntüleme yardımıyla hastanın nabızı, tansiyonu, ateşi ölçülmekte, taşınabilir ultrasonlar ve elektronik steteskoplar aracılığıyla kalp sesi dinlenebilmekte, organların ultrasonografik görünümünün ve diğer verilerin doktora mobil uygulamalar aracılığıyla aktarılması mümkün olmaktadır. Hastanın idrar analizi hazır kitler ve mobil uygulamalar ile hasta ile birlikte eş zamanlı uzaktan yapılabilmektedir. Mobil uygulamalar aracılığıyla uzaktan akut böbrek yetmezliği erken uyarı sistemi ile toplumda akut böbrek yetmezliğinin daha erken saptanması ve uzmanlara uyarı gitmesi sınırlı yerlerde yapılmaktadır. Giyilebilir hemodiyaliz aletlerinin sınırlı sayıda yapımı gerçekleşmiş, gelecekte bu aletlerin kuru ağırlığı hesap edebilen, ödemi tespit edebilen, kan basıncı ve nabız ölçebilen, kan gazı, hemogram, biyokimyasal testleri otomatik yapabilen ve bu tahlil sonuçlarını doktora iletebilen modellerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Yapay böbrek oldukça uzak bir hayal gibi görünmekle birlikte hayal edilen her şeyin gerçekleştiği dünyamızda bir gün belki olabilir diye temkinli konuşmakta fayda vardır. Tüm bu teknolojiler oldukça pahalıdır ve yoksul ülkelerin ulaşmaları çok kolay değildir. Ancak en ekonomik yöntem olan hastalıkları önlemek, bu amaçla böbrek hastalıklarından korunmada ve hastalıkların ilerlemesini engellemede aktif olarak teletıp yöntemlerinin eldeki imkânların maksimum kullanılarak koruyucu hekimlik yapmak ucuz ama etkin bir tercih olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Stauss M, Floyd L, Becker S, Arvind Ponnusamy A, Woywodt A. Opportunities in the cloud or pie in the sky? Current status and future perspectives of telemedicine in nephrology. *Clinical Kidney Journal*. 2021; 2: 492–506.
2. Giuliano Brunori G, Gianpaolo Reboldi G, Filippo Aucella F et al. Lessons Learnt during the COVID-19 Pandemic: For Patients with End-Stage Renal Disease, We Should Prioritize Home-Based Treatment and Telemedicine. *Kidney Blood Press Res*. 2021;46: 11-16.

3. Keating BJ, Mukhtar EH, Elftmann ED et al. Early detection of SARS-CoV-2 and other infections in solid organ transplant recipients and household members using wearable devices. *Transpl Int*, 2021 Mar 18. doi: 10.1111/tri.13860.
4. Tsoi K, Yiu K, Lee H et al. HOPE Asia Network. Applications of artificial intelligence for hypertension management. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2021; 23(3):568-574.
5. Díez-Sanmartín C, Cabezuelo AS. Application of Artificial Intelligence Techniques to Predict Survival in Kidney Transplantation: A Review *J Clin Med*. 2020; 9(2):572-575.
6. Kane-Gill SL, Wong A, M Culley C et al. Transforming the Medication Regimen Review Process Using Telemedicine to Prevent Adverse Events *J Am Geriatr Soc*. 2021; 69:530-538.
7. Hussein WF, Bennett PN, Sloane Pace S et al. The Mobile Health Readiness of People Receiving In-Center Hemodialysis and Home Dialysis. *CJASN*, 2021; 16: 98–106.
8. Varsi C, Stenehjem AU, Børøsdund E et al. Video as an alternative to in-person consultations in outpatient renal transplant recipient follow-up: a qualitative study. *BMC Nephrology* . 2021; 22:2-10.
9. Ma T, Yang Z, Li S et al. The Peritoneal Dialysis Telemedicine-assisted Platform Cohort (PDTAP) Study: Design and methods. *Perit Dial Int*. 2020 Nov 28;896860820962901. doi: 10.1177/0896860820962901.
10. Lew SQ, Wallace EL, Srivastana V et al. Telehealth for Home Dialysis in COVID-19 and Beyond: A Perspective From the American Society of Nephrology. COVID-19 Home Dialysis Subcommittee. *Am J Kidney Dis*. 2020; 77:142-148.

Bölüm 2

Teletıp Uygulamaları İçin Gerekli Alt Yapı

Dr. Gülşah KAYA AKSOY

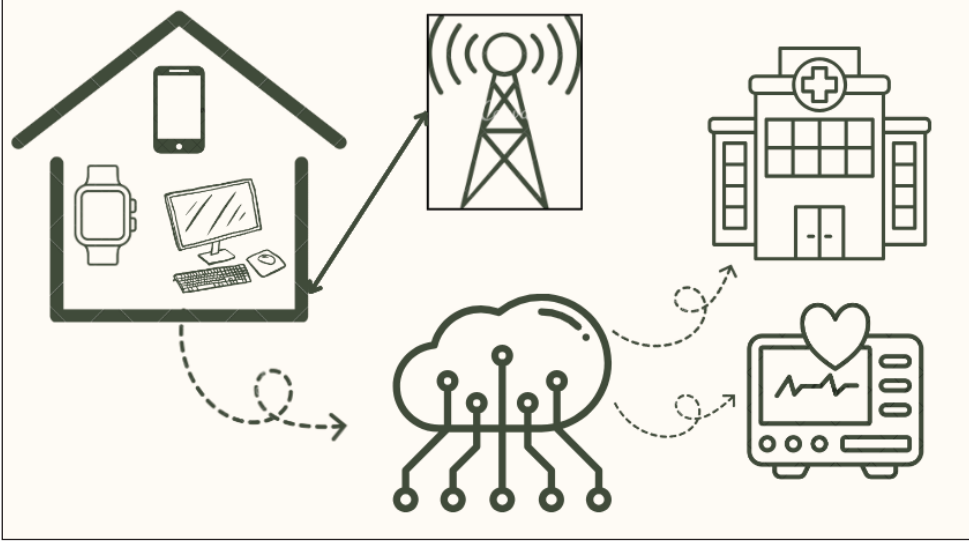
“Teletıp” köken olarak “tele” (uzak) ve “tıp” (sağlık) kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir ve uzaktan tıp hizmetini ifade eden bir terimdir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılarak tıbbi bilgilerin iletilmesi ve sağlık hizmetlerine sunulması anlamına gelir. Teletıp hasta ile doktor arasındaki uzak mesafeleri aşmayı, bilgi alış-verişini artırmayı ve uzaktan tıbbi hizmetleri desteklemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca zaman ve maliyet tasarrufu sağlamak ve hastaların kendi sağlıkları ile ilgili konularda daha fazla sorumluluk almalarını sağlamak gibi ikincil amaçları da mevcuttur. Temel kullanım alanları gruplandırılarak özetlenebilir:

- Uzaktan tanı ve tedavi: Video konferans, sesli görüşmeler, görüntü paylaşımı gibi teknolojiler aracılığıyla hasta ile doktor arasındaki iletişimin devamlılığını sağlar.
- Uzaktan takip: Kronik hastalığı olan bireylerin evlerinde kendi sağlık durumlarını izleyebilmeleri için geliştirilmiş cihazlar ve uygulamalar aracılığıyla sağlık durumlarının sürekli olarak kontrol altında tutulabilmesini ve bilgilerin uzmanlarla paylaşmalarına olanak tanır.
- Eğitim ve danışmanlık: Sağlık profesyonellerinin mesafe ve zaman kısıtlaması olmaksızın tıbbi bilgiye her daim ulaşmalarına olanak sağlar. Meslektaşları ve/veya mesleki deneyim sahibi kişiler ile deneyim ve vaka paylaşımı yapılmasına olanak sağlar.
- Sağlık bilgi sistemleri: Elektronik Sağlık Kayıtları gibi sağlık bilgi sistemleri, teletıp uygulamalarıyla entegre edilerek hastaların sağlık verilerinin daha etkili bir şekilde paylaşmasını ve doktorların bu verilere daha hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmalarına olanak sağlar.

Bunula birlikte teletıp kullanımı için gerekli alt yapının sağlanmış olması gereklidir. Bu bölümde özellikle teletıp alt yapısının nasıl oluşturulabileceği konusuna odaklanacağız.

1. Telekomünikasyon alt yapısı: Teletıp uygulamaları genellikle büyük miktarda veri ile çalışır. Bu nedenle, hızlı ve güvenilir geniş bant internet bağlantısına ihtiyaç vardır. Geniş bant bağlantıları arasında DSL (Digital Subscriber Line), kablo internet, fiber optik, uydu ve kablosuz bağlantı gibi çeşitli teknolojiler sayılabilir. Uzak ve ulaşılması zor bölgelerde veya kırsal alanlarda yaşayan hastaların kullanımı için uydu iletişiminin düzgün çalışıyor ve kapsıyor olması çok önemlidir. Uydu iletişimi, altyapıya erişimde sınırlamalar olan bölgelerde bile teletıp hizmetlerinin sunulmasına yardımcı olabilir.

Teletıp uygulamalarının birbiriyle uyumlu ve entegre bir şekilde çalışabilmesi için belirli telekomünikasyon standartlarına uygun olmaları önemlidir (Şekil 1). Bu nedenle, sağlık hizmetlerinde kullanılan cihazlar için standart protokollerin belirlenmesi ve bu protokollere uyum sağlanması sorunsuz bir iletişim gereklidir.



Şekil 1. Telefonlar, bilgisayarlar, televizyonlar, radyolar, modemler ve diğer iletişim cihazlarından çıkan verinin aktarımı.

2. Veri güvenliği ve mahremiyet: Teletıp uygulamalarıyla paylaşılan sağlık verileri büyük bir hassasiyet taşır. Bu nedenle, uygulamaların veri güvenliği ve mahremiyet standartlarına uygun olması gerekmektedir. Veri sızıntısı, kimlik avı veya sağlık verilerinin değiştirilmesi ve bozulması en önemli güvenlik tehlikelerindedir. Kullanılan yazılımların veya donanımların güvenlik zafiyetleri, hassas sağlık verilerinin yetkisiz kişilerin eline geçmesine neden olabilir. Veri güvenliği için alınabilecek önlemler arasında;

- Güçlü şifre oluşturulması ve düzenli aralıklar ile şifre değişimlerinin yapılması;
- İki faktörlü kimlik doğrulamanın kullanılması;
- Güvenlik duvarlarının oluşturulması ve yazılımı güncellemelerinin düzenli olarak yapılması;
- Veri güvenliği konusunda ekibe eğitim ve farkındalık kazandırılması;
- Kullanıcı aktivitelerini izleyen ve güvenlik ihlallerini tespit eden sistemlerin oluşturulması (Şeffaflık ve izleme).

3. Uygun donanım ve yazılım alt yapısı: Uzaktan hasta takibi sağlayan cihazlar, sağlık durumunu izlemek ve verileri sağlık profesyonellerine iletmek amacıyla tasarlanmış medikal cihazlardır. Uzaktan hasta takibi sağlayan cihazlardan bazıları şöyledir:

- Akıllı saatler ve giyilebilir teknolojiler: Kalp hızı ve/veya kan basıncı ölçümü, fiziksel aktivite durumu ve uyku kalitesi gibi sağlık verilerini ölçebilir ve bu verileri bulut tabanlı platformlara ileterek hastaları uzaktan takip etme imkânı sağlar.
- Uzaktan monitörler ve sensörler: Çeşitli sensörler aracılığıyla vücut fonksiyonlarını izleyen cihazlardır. Kan basıncı, kan şekeri, oksijen seviyeleri gibi önemli parametreleri ölçerek verileri hastanın takibinin yapıldığı sağlık merkezine aktarabilir.

- Elektronik ilaç doz hatırlatıcıları: Hasta olan kişilere ilaçlarını düzenli olarak alabilmeleri için hatırlatma sağlayan cihazlardır. Kronik böbrek hastaları ve transplantasyon alıcıları (Transplant Hero, MyMed Schedule Plus) gibi çoklu ve uzun süreli ilaç kullanımı olan hastalar ön planda ele alınmıştır.
- Uzaktan EKG cihazları: Kalp ritmi sorunlarını izlemek amacıyla kullanılan bu cihazlar, EKG (elektrokardiogram) verilerini kaydedebilir, veya anlık doktoruna iletebilir. Ayrıca hayati risk oluşturan patolojik ritimlerde acil sağlık sistemine uyarı oluşturabilir.
- Glikoz monitörleri: Diyabet hastalarının invaziv veya non-invaziv olarak kan şekerini ölçebilen cihazlardır.

4. Kullanıcı dostu arayüzler: Bir sistem veya cihaz ile kullanıcı arasındaki etkileşimi kurmaya olanak tanıyan arabirimdir. Kullanıcı arayüzleri genellikle düğmeler, menüler, simgeler ve diğer etkileşim elemanlarını içerir. Arayüz tasarımı, kullanıcı deneyimini geliştirmek ve kullanıcıların sistemle daha etkili bir şekilde etkileşim kurmalarını sağlamak için önemli bir tasarım unsuru olarak kabul edilmektedir.

- Video konferans arayüzleri: Doktorlar ve hastalar arasında görüntülü iletişim kurmayı sağlayan araçlardır. Zoom, Skype, Microsoft Teams gibi video konferans uygulamaları örnek olarak gösterilebilir.
- Mobil uygulamalar: Bu uygulamalar genellikle hasta verilerini izlemek, randevu almak, reçeteleri görmek için kullanılan uygulamalardır.
- Web tabanlı arayüzler: İnternet tarayıcıları üzerinden erişilebilen web tabanlı platformlardır. Bu platformlar, hasta kayıtları, laboratuvar sonuçları ve diğer tıbbi bilgilerin depolanması ve paylaşılmasını sağlar.
- Telefon ve sesli iletişim: Telefon görüşmeleri veya sesli iletişim araçları, hastaların doktorlarıyla sesli olarak iletişim kurmalarını sağlar.
- E-posta ve mesajlaşma: Doktorlarla veya sağlık profesyonelleriyle iletişimi kolaylaştıran e-posta veya özel mesajlaşma platformlarıdır. Teletıp uygulamaları arasında en yaygın kullanılan arayüz olarak kabul görmektedir.
- Telefon uygulamaları: Akıllı telefonlar için özel olarak tasarlanmış teletıp uygulamaları, genellikle sağlık durumu izleme, randevu planlama ve bilgi paylaşımı gibi işlevlere odaklanır.
- IoT (Nesnelerin interneti) Cihazları: Wearables (giyilebilir teknoloji) ve diğer sağlık cihazları aracılığıyla toplanan verileri kullanarak teletıp hizmetleri sunan arayüzlerdir.
- Veri entegrasyon arayüzleri: Farklı sağlık kaynaklarından gelen verileri entegre eden arayüzlerdir. Elektronik sağlık kayıt sistemleri, laboratuvar sistemleri ve diğer sağlık bilgi sistemleri arasında veri paylaşımını kolaylaştırır.

5. Entegrasyon ve eşgüdüm: Teletıp hizmetlerinin etkili bir şekilde sunulabilmesi için hasta bilgilerinin güvenli bir şekilde paylaşılması önemlidir. Elektronik Sağlık Kayıtları, teletıp uygulamalarının sağlık sistemleriyle bütünleşmesini sağlar ve bu entegrasyon, hasta bakım koordinasyonunu artırır. Farklı sağlık kuruluşları arasındaki veri paylaşımı ve standardizasyon, teletıp uygulamalarının geniş çapta benimsenmesini kolaylaştırır.

Teletıpta eşgüdüm, teknolojinin etkili bir şekilde kullanılması, düzenleyici standartlara uyum, sağlık profesyonellerinin eğitimi ve hasta katılımı gibi bir dizi faktörü içerir. Bu unsurlar bir araya geldiğinde, teletıp uygulamaları daha etkili ve koordineli sağlık hizmetleri sunabilir.

6. Eğitici ve Kullanıcı Desteği: Teletıpta eğitici ve kullanıcı desteğini güçlendirmek için kullanılacak yöntemlerin bazıları aşağıda sunulmuştur. Ancak her sağlık sistemine ve kullanıcı kitlesine özgü ihtiyaçlar ve koşulların göz önüne alınması ve bunlara yönelik çözümlerin oluşturulması daha etkin olacaktır.

- Online eğitim modülleri: Teletıp platformunuzda kullanıcılara yönelik oluşturulacak interaktif eğitim modülleri, video, sesli anlatım, infografikler ve testler gibi çeşitli öğrenme materyalleri kullanıcıların teletıp hizmetlerini nasıl kullanacaklarını anlamalarına yardımcı olacaktır.
- Kullanıcı klavuzları ve dökümantasyon: Kapsamlı kullanıcı kılavuzları ve dokümantasyonlar kullanıcıların platformu daha etkili bir şekilde tanımalarına ve kullanmalarına olanak sağlar. Adım adım talimatlar, sık sorulan sorular (SSS) ve kullanıcı dostu rehberler içeren dokümanlar oluşturulabilir.
- Eğitim webinarları ve seminerler: Kullanıcılara yönelik düzenli olarak hazırlanacak eğitim webinarları veya seminerler kullanıcının sisteme adaptasyonunu kolaylaştırır; yeni güncellemeler konusunda bilgilendirme yapılabilmesine olanak sağlar.
- Geri bildirim toplama: Kullanıcılardan düzenli olarak geri bildirim alınması, negatif geri bildirimlerin kullanılarak teletıp uygulamasının iyileştirmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Krupinski, E. A., Grigsby, J., Kvedar, J. C., Weinstein, R. S., Sanders, J. H., Rheuban, K. S., Nesbitt, T. S., Alverson, D. C., Merrell, R. C., Linkous, J. D., Ferguson, A. S., Waters, R. J., Stachura, M. E., Ellis, D. G., Antoniotti, N. M., Johnston, B., Doarn, C. R., Yellowlees, P., ... Tracy, J. (2009). National telemedicine initiatives: essential to healthcare reform. *Telemedicine journal and e-health: the official journal of the American Telemedicine Association*, 15(6), 600–610.
2. Sanders J. H. (2007). Pioneers in telemedicine. Interview. *Telemedicine journal and e-health: the official journal of the American Telemedicine Association*, 13(6), 621–626.
3. Krupinski, E.A. and Bernard, J. Standards and guidelines in telemedicine and telehealth. In *Healthcare* (Vol. 2, No. 1, pp. 74–93). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. World Health Organization. 2020

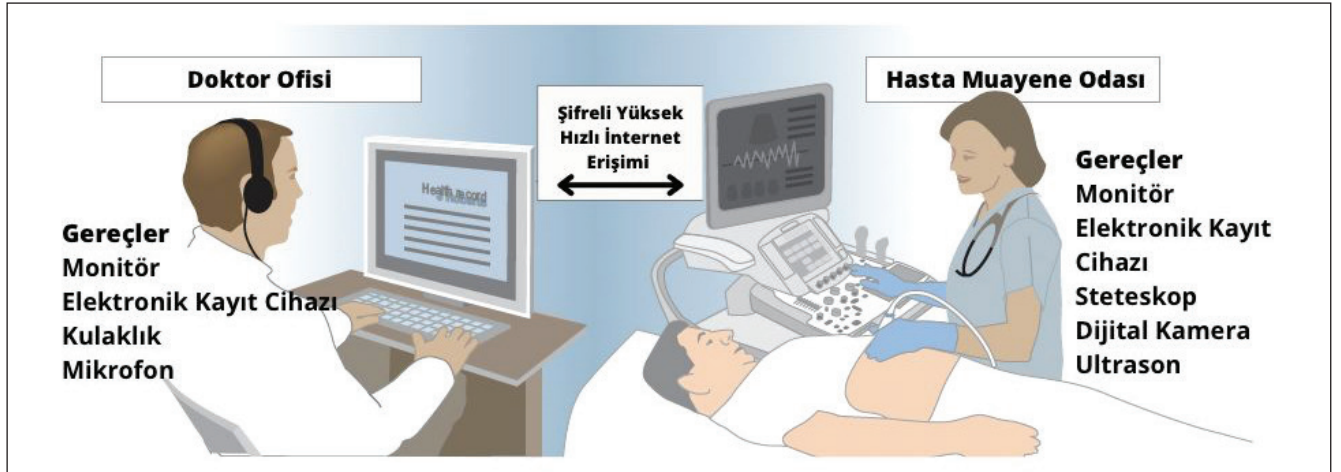
Bölüm 3

Telenefrolojinin Avantajları

Dr. Engin ONAN, Dr. Özkan GÜNGÖR

Kronik böbrek hastalığı (KBH) dünya çapında nüfusun tahmini %13'ünü etkileyen, toplumlar arasında yaygın bir hastalıktır. KBH prevalansının, yaşlanan bir popülasyon ile birlikte patogeneze katkıda bulunan obezite, diyabet ve hipertansiyon gibi eşlik eden kronik hastalıklardaki artışın bir kombinasyonu ile arttığı düşünülmektedir. Kronik böbrek hastalığı olan hastaların nefrolojik açıdan değerlendirilmek üzere sağlık kuruluşuna erken dönemde erişiminin önündeki engeller arasında coğrafik uzaklık ve komorbiditelerin yükü nedeniyle seyahat etme zorlukları sayılabilir. Video tabanlı bir sağlık hizmeti sunum teknolojisi olan teletıp ve bu bağlamda telenefroloji bu eşitsizlikleri azaltma potansiyeline sahiptir. Bu uygulama kalp yetmezliği, diabetes mellitus ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı dahil olmak üzere çok sayıda kronik hastalıkta kullanılmıştır.

Telenefrolojinin kullanımı çeşitli şekillerde olabilir. Web sitesi tabanlı platformlar ve uygulamalar kullanılarak birinci basamak hekimleri konsültasyon için video konferans yoluyla uzmanlara uzaktan bağlanabilir, özel bakım merkezlerindeki nefrologlar birinci basamak ofislerindeki hastaları uzaktan görebilir, fizyolojik verileri toplamak için web sitesi tabanlı izleme cihazları kullanılabilir ve hastalar doğrudan evlerinden sanal bir ziyaret için bile görülebilir. Şekil 1'de örnek bir telenefroloji programının temel kuruluşu özetlenmiştir.



Şekil 1. Bir telenefroloji programının temel kuruluşu.

Temel olarak iki sitenin oluşturulması gerekir: (1) doktor ofisi ve (2) hasta muayene odası. Örneğin doktor ofisi şehir merkezindeki bir üniversite hastanesinde; hasta muayene odası ise bir ilçede bulunabilir. Doktor, her iki odada elektronik kayıt cihazları ile yetkilendirilmekte ve bu sayede görüşme belgelenebilmektedir. Kesintisiz iletişim oluşturmak için iki monitörü birbirine bağlayan yüksek hızlı internet erişimi sağlayan güvenli bir hat gereklidir. Hasta tarafında, bir sağlık teknisyeni hastayı odaya alır, hastayı monitöre yönlendirir, yaşamsal belirtileri ölçer, fizik muayene bulgularını toplamak için gerektiğinde çevre birimlerini manipüle ederek hekime yardımcı olur.

Telenefroloji için çeşitli avantajlar vardır. Bunlardan en büyüğü, ihtiyaç hâlinde hastalara uzmanlara erişebilme izni vermesidir. Uygulamanın diğer avantajları arasında özellikle coğrafik olarak sağlık hizmetlerine ulaşımın zor olduğu bölgelere sağlık hizmeti sunması, zamansız erişime imkân sağlaması, evde takip edilen hastaların kendi bakımlarını geliştirebilmesine imkân vermesi sayılabilir. Ayrıca sağlık kuruluşlarındaki kalabalığı azaltarak hastaların bekleme süresini kısaltması ve zaman kaybını önlemesi açısından da oldukça faydalı görülmektedir.

Telenefroloji, bireyler, doktorlar ve sağlık sistemleri arasında bir mesafe yaratarak, özellikle semptomatik hastaların evde kalmasını ve sanal ağlar aracılığıyla doktorlarla etkileşime girmesini sağlayarak enfeksiyonun diğer hastalara ve tıbbi personele bulaşmasını en aza indirmeye yardımcı olur.

Telenefroloji ile hastaları acil yardım gerektiren ve elektif kategorilere ayırabiliriz

COVID-19'un neden olduğu değişikliklerin de son zamanlarda teşvik ettiği tele-sağlık, ileriye dönük nefroloji uygulamalarının çoğunda genişletilmiş ve kalıcı bir role sahip olacaktır. Telenefroloji birçok avantajlar sunsa da yaygın adaptasyonun önünde, tele-sağlığın klinik uygulamaya tam olarak entegre edilmesinden önce aşılması gereken bazı engeller bulunmaktadır. Bu engeller üç geniş kategoriye ayrılabilir: klinik ve toplumsal bariyerler, yasal, gizlilik ve güvenlik bariyeri ve son olarak geri ödeme engelidir.

Telenefrolojinin avantajları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Telenefrolojinin avantajları ve zorlukları

Telenefrolojinin avantajları
Kırsal veya uzak bölgelerde yaşayan nüfusun uzmanlaşmış bakıma erişiminin sağlanması
Sınırlı hareket kabiliyeti ve ulaşım engelleri olan hastalar için bakım hizmetlerine erişim
Seyahat sürelerinin azalması sayesinde zamandan ve masraftan tasarruf
Bekleme sürelerinin azalması, zamanı planlama kolaylığı
Hasta gelmeme oranlarında azalma
COVID-19 salgını ve çevresel felaketler sırasında bakımın sürekliliğinin sağlanması
Mobil uygulamalar aracılığıyla artan hasta katılımı ve bireysel sağlık hizmetlerine sahip olma

Yapay Zekâ

Yapay zekâ insan zekâsına özgü olan algılama, öğrenme, çoğul kavramları bağlama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarım yapma ve karar verme gibi yüksek bilişsel fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir. Bilgi işlem gücünün büyümesi, yöntem ve tekniklerdeki ilerlemeler ve veri miktarının artması nedeniyle artık günlük hayatımızın ve akademik disiplinlerin hemen her alanında kritik bir rol oynamaktadır. Yapay zekânın ana dallarından biri, bilgisayar sistemlerinin belirli görevleri gerçekleştirmek için açıkça programlanmadan örnek verilerden ve geçmiş deneyimlerden öğrenmek için kullandığı algoritmaların ve istatistiksel modellerin incelenmesi olarak tanımlanan makine öğrenimidir. Verilerdeki gizli örüntüleri belirleme kapasitesi ile makine öğrenimi, iki değişken arasındaki ilişkileri bulma, konuları belirli kriterlere göre sınıflandırma, temel özelliklere dayalı tahminler yapma ve benzer örüntülere sahip nesnelere tanıma gibi çeşitli sorunları çözmek için kullanılabilir.

Böbrek hastalıkları yüksek morbidite, mortalite ve ayrıca büyük bir ekonomik yüke yol açmasıyla küresel olarak önemli bir halk sağlığı sorunudur. Özellikle de tıbbi kaynakların yetersiz olduğu bazı gelişmekte olan ülkelerde ve kırsal alanlarda, kalifiye sağlık hizmeti sağlayıcılarına sınırlı erişim nedeniyle hastaların sağlık koşulları ve bu bağlamda yaşam beklentileri genellikle kötüdür. Bu bölgelerde erken teşhis ve müdahale nadiren mümkündür. Yapay zekâ, nitelikli sağlık profesyonellerinin sayısının az, nüfusun çok olduğu coğrafyalarda yardımcı bir hasta yönetim aracı olarak bekleme sürelerini azaltmaya, hastaların takibini yönetmeye ve böbrek hastalığı olan hastaları eğitmeye hizmet edecektir. Bu sayede potansiyel böbrek hastalıkları taranabilecek ve buna göre uygun hastalar erken sürede nefroloji uzmanına sevk edilebilecektir.

Yapay zekâ klinisyenlerin yerine geçmektense teşhis, prognoz ve tedavi kararlarında klinisyenlere destek olmaktadır. İnsan zekâsını yapay zekâ ile değiştirmek yerine, alternatif bir yapay zekâ anlayışı “artırılmış zekâ” olarak tanımlanabilir.

Bugüne kadar ortaya çıkan yapay zekâ teknolojileri, akut böbrek hasarı (AKI) ve kronik böbrek hastalığı (KBH), renal hücreli karsinom (RCC) ve renal allogreft disfonksiyonunun erken tespiti üzerine yapılmıştır. Mevcut araştırma ve uygulamalı çalışmalar, histolojik patolojinin daha doğru tahmin edilmesi ve daha iyi anlaşılmasına belirli katkılar sağlasa da tüm bu çalışmalar retrospektif ve prospektif çalışmalarla desteklenmelidir. Tablo 2’de nefroloji alanında yapay zekâ kullanılarak yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2: Nefrolojinin ana alanlarındaki yapay zekâ uygulamalarına örnekler

Alan Adı	Hasta Verisi	Örnekleme Boyutu	Model	Bulgular	Kaynak
ABH	Demografi, teşhisler, prosedürler, laboratuvar sonuçlar, ilaçlar, vital bulgular, eşlik eden komorbid durumlar, klinik tanı başlıkları	703.782 hasta	Rekürren nöral network	Derin öğrenme, her gerçek uyarı için iki yanlış uyarı ile yatarak tedavi edilen ABH hastalarının %55,8’ini ve diyaliz gerektiren tüm ABH’lerin %90,2’sini 48 saat önceden tahmin etti (AUROC 0,921)	Tomasev ve ark. (2019)
KBH	Risk Faktörleri (yaş, cinsiyet, etnik köken, diyabet, hipertansiyon); retinal görüntüler	11.758 hasta 23.516 retinal görüntü	Konvolüsyone İnöral network	Tek başına risk faktörleri kullanılarak KBH tahmini, tek başına retinal görüntülerden daha iyi performans gösterdi (AUROC 0,916 - 0,911). Her iki veri kaynağını birleştiren hibrit modeller maksimum doğruluk sağladı (AUROC 0.938).	Sabanayagam ve ark. (2020)

t-GFH ve KBH	Ultrason görüntüleri	1299 hasta; 4505 ultrason görüntüsü	Konvolüsyonel nöral network	Model, KBH durumunu deneyimli nefrologlardan daha yüksek bir doğrulukla tahmin etti: (0,86 - 0,60-0,80)	Kuo ve ark. (2019)
Böbrek yetmezliği	Demografik, kronik durumlar, tanılar, prosedürler, tedavi, maliyet, epizod sayısı	550.000 KBH hastası; 10.000.000 medikal sigorta beyanı	Word2Vec	6 ay içinde böbrek yetmezliği teşhisinin doğru tahmini (AUROC 0.93). Etkili faktörler arasında kronik ve iskemik kalp hastalığı komorbiditeleri, yaş ve hipertansif atak sayısı yer alır.	Segal ve ark. (2020)
SRRT hastalarında mortalite	Demografik, mekanik ventilasyon, komorbiditeler, vital bulgular, laboratuvar sonuçları	1571 SRRT hastası	Random forest	Random forest modellemesi, mevcut hastalık şiddeti puanlama sistemlerine kıyasla ölüm oranını tahmin etmede benzer veya daha yüksek performansa sahipti (AUROC 0,784 - 0,722 [Mozaik skoru], 0,677 [SOFA], 0.611 [APACHE II]).	Kang ve ark. (2020)
Diabetik Böbrek Hastalığı	Laboratuvar testleri, tedaviler, tanılar, muayene ve beslenme konsültasyonları	64.059 Tip 2 DM'li hasta	Konvolüsyonel nöral network, lojistik regresyon	Model, 180 günlük Diyabetik böbrek hastalığı şiddetlenmesini doğru bir şekilde tahmin etti (AUROC 0,743; doğruluk %71)	Makino ve ark. (2019)
Renal hücreli karsinom	Klinik değişkenler (cinsiyet, yaş, tümör volümü); MR görüntüleri	1162 MR görüntüsü	Konvolüsyonel nöral network, Image Net	Model performansı, doğruluk (0,70'e karşı 0,60, P = 0,053), duyarlılık (0,92'ye karşı 0,80, P = 0,017) ve özgüllük (0,41'e karşı 0,35, P = 0,450) açısından uzmanlara benzer veya onlardan daha yüksekti.	Xi ve ark. (2020)

Böbrek nakli greft sağkalımı	Demografik, böbrek yetmezliği nedeni, Replasman modalitesi, Kan grubu, komorbiditeler, immünolojik faktörler	3117 nakil hastası	Decision tree	Decision tree 1 yıllık greft başarısızlığına ilişkin üstün bir tahmine sahipti; nakilden 3 ay sonra serum kreatinin seviyeleri önemli bir risk faktörüydü.	Yoo ve ark. (2017)
------------------------------	--	--------------------	---------------	--	--------------------

ABH: Akut böbrek hasarı, **KBH:** Kronik böbrek hastalığı, **t-GFH:** Tahmini glomerüler filtrasyon hızı, **SRRT:** Sürekli rena replasman tedavisi, **Tip 2 DM:** Tip 2 Diabetes Mellitus, **MR:** Manyetik Rezonans.

KAYNAKLAR

1. Strasser R, Kam SM, Regalado SM. Rural health care access and policy in developing countries. *Annu Rev Public Health*. 2016; 37(1): 395–412.
2. Loftus, T.J., Shickel, B., Ozrazgat-Baslanti, T. et al. Artificial intelligence-enabled decision support in nephrology. *Nat Rev Nephrol* 18, 452–465 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00562-3>
3. Tomasev, N., Glorot, X. &Rae, J. W. et al. A clinically applicable approach to continuous prediction of future acute kidney injury. *Nature* 572, 116–119 (2019).
4. Sabanayagam, C., Xu, D. &Ting, D. S. W. et al. A deep learning algorithm to detect chronic kidney disease from retinal photographs in community-based populations. *Lancet Digit. Health* 2, e295–e302 (2020).
5. Kuo, C. C., Chang, C. M. &Liu, K. T. et al. Automation of the kidney function prediction and classification through ultrasound-based kidney imaging using deep learning. *npjDigit. Med.* 2, 29 (2019).
6. Segal, Z., Kalifa, D. &Radinsky, K. et al. Machine learning algorithm for early detection of end-stage renal disease. *ACM Digital Library* 21, 518 (2020).
7. Kang, M. W., Kim, J. & Kim, D. K. et al. Machine learning algorithm to predict mortality in patients undergoing continuous renal replacement therapy. *Crit. Care* 24, 42 (2020).
8. Makino, M., Yoshimoto, R. &Ono, M. et al. Artificial intelligence predicts the progression of diabetic kidney disease using big data machine learning. *Sci. Rep.* 9, 11862 (2019).
9. Xi, I. L., Zhao, Y. &Wang, R. et al. Deep learning to distinguish benign from malignant renal lesions based on routine MR imaging. *Clin. CancerRes.* 26, 1944–1952 (2020).
10. Yoo, K. D., Noh, J. & Lee, H. et al. A machine learning approach using survival statistics to predict graft survival in kidney transplant recipients: a multicenter cohort study. *Sci. Rep.* 7, 8904 (2017).

Bölüm 4

Telenefrolojinin Dezavantajları

Dr. Sena ULU

Teletıp uygulamaları özellikle COVID-19 pandemisi döneminde hem sağlık hizmet sunucuları hem de hastalar açısından, sağlık hizmetinin devam edebilmesini olanaklı kılarak oldukça önem kazanmıştır. Ancak her uygulama gibi teletıp özelinde telenefrolojinin de dezavantajları bulunmaktadır. Bu bölümde telenefrolojinin olası dezavantajlarını tartışmaya çalışacağız.

Bakım Koordinasyonu

Nefroloji takibindeki hastaların çoğunluğunu kronik hastalıklara sahip kişiler oluşturmakta ve bu hastaların, konu hakkında tecrübeli bir ekip tarafından takip edilmesi gerekmektedir. Bu ekibin içerisinde en azından bir nefroloji uzmanı, bir diyetisyen, bir psikolog ve bir hemşirenin bulunması gerekmektedir. Aynı şekilde bu ekip nefroloji hastalarını takip etmekte tecrübeli olmalıdır. Nefroloji birimi bulunan merkezlerde hali hazırda bu ekip birlikte çalışırken, telenefroloji uygulamaları sırasında bu ekip eksik ya da daha az tecrübeli kişilerin bir araya gelmesi ile oluşabilir. Aynı zamanda ekip üyeleri mevcut olsa da üyelerin hepsini telenefroloji uygulaması sırasında bir arada bulabilmek hem zaman kaybına neden olacak hem de iş yükünü gereksiz artırabilecektir. Bu dezavantaj özellikle tecrübeli bir hemşire ya da hekim tarafından telenefroloji uygulama zamanı dışında hasta verilerinin değerlendirilmesi, ilgili görüşlerin alınması ve bunların hastaya aktarılmasının tek elden yapılması ile halledilebilir.

Dijital Bölünme

Dijital bölünme, bir tarafta şehirli, eğitilmiş ve varlıklı hastalar ile diğer tarafta yetersiz hizmet alan, dezavantajlı hastalar arasındaki internet erişimindeki farklılıkları tanımlamak için kullanılmıştır. Hastaları dijital yollarla güçlendirmeye yönelik tüm girişimler, nüfusun yalnızca zaten oldukça aktif olan bir kısmına ulaşırken, hastaların diğer önemli bir kısmı (yaşlılar, internet kullanmayanlar, vb) esasen göz ardı edilebilir. Bu ayrımın üstesinden gelmek için toplum temelli eğitim, yetersiz hizmet alan kişilere odaklanma veya düşük sağlık okuryazarlığı olan hastaları desteklemek için birinci basamak bakımı kullanma gibi çeşitli yaklaşımlar önerilebilir.

Olumsuz Algı

Hem hekim hem de hastalar, telenefroloji hakkında olumsuz görüşlere sahip olabilirler. Hekimler, özellikle anamnez almayı ve fizik muayene uygulamalarını kendileri yapmak istemektedirler. Bu durum aslında tanı ve ayırıcı tanı süreçlerinde de oldukça önemli olup tıp fakültesi eğitimi boyunca da sıkça vurgulanmaktadır. Hekimler, temelde tecrübe ile belirginleşen bir anamnez alma ve fizik muayene becerisi göstergesi 'hekim hissiyatı' ya da 'sens clinique' olarak adlandırılan durumun telenefroloji uygulamalarında kaybolacağını düşünebilirler, kısmen haklı olduklarını da kabul etmek gereklidir. Bu bağlamda telenefroloji görüşmelerinde belli asgari süre belirleyebilmek, tecrübeleri doğrultusunda önceden yapılandırılmış bir anamnez form oluşturmak faydalı olabilir. Fizik muayenenin çok kişisel bir yanı olmakla birlikte, telenefroloji uygulamalarında vital bulgular rahatlıkla alınabilmekte ve takip edilebilmektedir, ayrıca son dönemde geliştirilen içerisinde hem görüntü alabilen aygıtları (bir çeşit kamera ve ışık sağlayıcısı), hem ses duyulabilen diyaframları (kalp sesleri ve akciğer seslerini dinleyebilmek için) içeren setler ile, hastaların telenefroloji uygulamaları sırasında bu algaçları belirlenen vücut

bölgelerine ya da muayene sırasında hekimin söylediği bölgelere koyarak kısmen de olsa uzaktan fizik muayene yapabilme fırsatı sunmaktadır.

Hasta-hekim arasındaki ilişki, ya da güven duygusu birçok hastalığa tanı koydurabilmekte, takip ve tedavinin düzgün gitmesini sağlamakta dolayısıyla hasta açısından fayda sağlamaktadır. Bazı hastalar için hekim görüşmesi ya da sadece hastane başvurusu bile bir sosyalleşme aracı olabilmekte özellikle kronik hastalıklara sahip hasta grubunda oldukça yararlı olabilmektedir. Kendisi ile benzer hasta ve hasta yakınları ile temas farkındalığı artırıp, olumlu geri dönüşler sağlayabilmektedir. Hekimin onları muayene etmesi, anlık sorularına cevap verebilmesi, yine anlık sorunlarına yönelik fizik muayeneyi derinleştirmesi geliş yakınmalarından bağımsız, farklı bazı rahatsızlıkların ortaya çıkmasına ve bu sorunların çözümlenmesine neden olabilmektedir. Yine hastalar, istedikleri zamanda ya da hızlı bir şekilde hekimlerine ulaşamayacaklarına dair önyargıları olabilir. Bu durum, hastalar ile iyi iletişim kurulması, zamanlamanın uygun yapılması, görüşme öncesi hastaların tüm sorularını yazılı hâle getirmesi, anamnezin ayrıntılandırılması, görüşmede belli bir sürenin sosyal duruma ayrılması, sormak istediği başka bir konunun varlığının sorgulanması gibi yöntemlerle kısmen düzeltilebilir.

Zaman Kısıtlılığı

Telenefrolojinin hekimler açısından en önemli dezavantajı zaman kısıtlılığı olabilir. Klinik yükümlülükler altında, oldukça fazla yatan ve poliklinik hastasına hizmet veren hekimlerin telenefroloji uygulamaları için ek zaman ayırmaları istenebilir. Özellikle telenefroloji uygulamalarının yeni başladığı merkezlerde hem merkez yöneticileri hem meslektaşlar hem de hastalar tarafından telenefroloji hizmetinin, normal hizmet kadar zaman gerektirmediği algısı mevcut olabilir, bu durum da hekimlerin iş yükünü artırabilir. Ancak telenefrolojinin ana amacı zamandan tasarrufundan ziyade nitelikli sağlık bakımına ulaşımı kolaylaştırmak olduğu unutulmamalıdır. Bu bağlamda telenefroloji uygulamaları bulunan merkezlerde, bu uygulamalar mesai saatleri içerisinde ayrılan zamanlarda uygulanmalıdır. Gerekli vaktin ayrılması konusunda ısrarcı olunmalıdır. Özellikle e-posta gibi gerçek zamanlı görüşmelerin olmadığı durumlarda iş yükü nedeniyle gönderilen verilen değerlendirilmesi ertelenebilir, bu da hem hasta zararına olabilir hem de hekim iş yükünde artışa neden olabilir. Dolayısıyla bu görüşmeler için belli zamanların ayrılması, cevap verme sürelerinin asgari şekilde belirlenmesi uygun olacaktır.

Altyapı Sorunları

Telenefroloji uygulamaların hemen hepsi, teknolojik alt yapı gerektirmektedir. Merkezlerde bu alt yapının sağlanması kısmen daha kolay olabilir. Ancak güçlü bir internet sağlayıcının yanında görüntülü konuşabilme, bu görüşmelerin kayıt altına alınabilmesi, tekrar izlenebilir olması, görsel ve işitsel etkileşimin sağlanabileceği uygulamalarında mevcut olması gerekmektedir. Bu durum elbette belli bir maliyet doğurur. Ancak maliyet – etkinlik analizlerinde yararlı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Hastalar açısından bakıldığında ise telenefrolojinin amaçlarından biri olan hastane erişimi kısıtlı insanlara ulaşabilme hedefi daha doğrusu bu erişimin kısıtlılığının nedenleri burada da dezavantaj oluşturabilmektedir. Özellikle kırsal bölgelerde ya da ekonomik olarak daha zor şartlara sahip kişilerin bireysel alt yapı oluşturmaları zor olabilir. Merkezlerdeki imkânlarla sahip olamayabilirler. Bu durumda daha düşük bütçeli bireysel, özellikle akıllı telefonlar üzerinden kullanılabilen uygulamalar fayda sağlayabilir. Sağlık otoritelerinin ya da yerel yönetimlerin bu hizmete ihtiyaç duyan kişilere maddi destek olması da kısmen sorunun çözümüne fayda sağlayabilecektir. Bireysel erişimi olmayan hastalar için aile hekimliği merkezleri ya da buldukları merkezdeki sağlık ocağı, devlet hastaneleri gibi daha küçük ölçekli sağlık kuruluşlarına kurulabilecek olan sistemler uzak şehirlerdeki nefrologlara ulaşım ve takip imkânı sağlayabilir. Sağlık Bakanlığı'nın COVID-19 pandemisi sırasında ve sonrasında uygulamaya başladığı tele-tıp uygulamaları yine alt yapı sorunu olan bölgelerde fayda sağlayabilir.

Yasal Düzenlemeler

Telenefroloji, görece yeni bir kavram olması ve olası gücünün pandemi sonrasında anlaşılmiş olması nedeniyle uygulama hakkında yasal düzenlemelerin eksik olabileceği her zaman akılda tutulmalıdır. Şubat 2022'de

'Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik', Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yönetmelik, sağlık hizmetinin mekândan ve coğrafyadan bağımsız olarak ve çağdaş tıbbî teknolojiye dayanılarak sunulmasına hizmet etmek üzere; uzaktan sağlık hizmetinin kapsamına, uzaktan sağlık hizmeti sunacak sağlık tesislerine izin verilmesine, uzaktan sağlık bilgi sisteminin geliştirilmesine, tescil edilmesine, sağlık tesislerinin bu kapsamda denetlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. Ülkemizde uzaktan sağlık hizmet sunumunda yer alacak her hekimin bu yönetmeliği okuması ve uygulamalarını bu yönetmeliğe göre yapması önem arz etmektedir.

Tıbbi malpraktis, özellikle son yıllarda hekimlerin en çok dikkat etmesi gereken konuların başında gelmekte ve maalesef hekimleri defansif yaklaşımlara yönlendirebilmektedir. Özellikle hastaya yeterli bilgilendirme yapılmaması ve bunun kayıt altına alınmaması ciddi yaptırımları doğurabilmektedir. Telenefroloji uygulamaları sırasında bu konunun da ciddiyetle ele alınması gerekmektedir. Telenefroloji görüşmelerine özel, tercihen tıbbi malpraktis konusunda uzman, kanun ve yönergelere hâkim bir uzman ile bilgilendirilmiş onam formları oluşturulmalıdır, ayrıca bunlar elektronik ortamlara yüklenebilir, onaylanabilir ve kaydedilebilir olmalıdır. Aynı şekilde görüşmelerin kayıt altına alınabilir olması, saklanabilir ve tekrar izlenebilir olması tıbbi malpraktis sorunlarının kısmen önüne geçebilir. Yine görüşmeler sırasında hem sağlık hizmet sunucusu hem de hasta tarafında çoklu kişi bulunması, örneğin görüşmenin bir tarafında bir hekim ve bir hemşirenin birlikte bulunurken diğer tarafta hasta ve bir yakının birlikte bulunması seçeneği denenebilir. Elbette böyle bir durumda iki tarafın da kabulü hasta mahremiyeti açısından elzemdir.

Bilimsel Araştırma Eksikliği

Görece yeni bir süreç olması nedeniyle, telenefroloji ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar oldukça azdır. Özellikle bilimsel olarak en değerli ve kabul gören randomize kontrollü çalışmalar açısından ciddi eksiklikler bulunmaktadır. Bu durum iki farklı soruna yol açar. Bunlardan birincisi bilimsel veri eksikliği nedeniyle hekimlerin güvenleri sarsılabilir, hasta bakımı ile ilgili sorun yaşayacaklarını düşünebilirler. İkincisi ise, sigorta kurumlarının yeterli bakım sağlanabildiğinin bilimsel dayanağı olmadan geri ödemeyi kabul etmeyebilmeleridir. Bu bağlamda özellikle, kronik böbrek hastalığı, hemodiyaliz, periton diyalizi, transplantasyon ve glomerülonefritler gibi telenefroloji uygulamalarının kullanılacağı gruplarda hasta bakımının karşılaştırıldığı randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç mevcuttur. Olası yararları göz önüne alındığında yakın gelecekte bu açığın kapanabileceği öngörülebilir.

Veri Gizliliği

Sağlık uygulamalarında, hasta mahremiyeti esastır. Yüz yüze muayenelerde gözetilen mahremiyet kurallarının telenefroloji uygulamaları sırasında da dikkatle gözetilmesi, kullanılan araç ve uygulamaların bu esaslara göre yapılandırılması gerekmektedir. Telenefroloji uygulamaları sırasında kalabalık ortamlarda bulunmak, hekim ve hastanın birlikte verdikleri kabul olmadan uygulama sırasında üçüncü şahısların ortamda bulunması mahremiyet ihlaline neden olacaktır. Aynı şekilde bu kayıtların büyük bir gizlilik ile saklanması, onay verilen kişiler ve hukuki durumlar dışında yine başka kişiler tarafından görünür olmaması gerekmektedir. Mahremiyet ya da veri gizliliği ihlalleri hem hasta-hekim güven ilişkisini zedeleyebilir hem de hukuki yaptırımlara neden olabilir.

Sosyal Güvence ve/veya Özel Sigorta Sorunları

Telenefroloji hizmetlerinin sosyal güvenlik çatısı altında olmaması, ekonomik güçlük çeken hastaların, bu uygulamalardan yararlanmalarını engelleyebilir. Bu hizmetlerin sigorta kurumları tarafından tam olarak karşılanması gerekmektedir. Sadece telenefroloji muayenelerinin değil aynı zamanda e-reçete hizmetinin, mümkün olabilirse de hekimin istediği tetkiklerin aile hekimlikleri ya da bölgelerindeki diğer hastanelerde yapılabilmesinin de sağlanması, hizmet sunumunun iyileşmesine fayda sağlayabilir. Ülkemizde de uzaktan sağlık sunumu uygulamalarının hızla ve tamamen sosyal güvence altına alınacağına dair gelişmeler olacağı düşünülmektedir.

Telenefrolojinin bir diğer alanı ise özel sigortası olan hastalar olup, bu hasta grubunda da özel sigortaların bu muayeneleri karşılaması sorunu ortadan kaldırılabılır. Bu bağlamda özellikle bazı özel sigorta şirketlerinin telenefrolojiye önem verdiği, sigorta sahiplerine gerekli cihazları sağladıkları, gerekli alt yapıyı kurdukları ve bu uygulamalara öncelik vererek maliyet etkin sağlık hizmet sunumu sağlamaya başladıkları görülmektedir.

Hekim Ödemeleri

Telenefroloji uygulamalarının, hekimler açısından en önemli sorunlarından biri, bu uygulamaları emeklerinin karşılığını alamadıkları bir iş yükü artışı olarak görebilmeleridir. Telenefroloji uygulamaları hekimlerin, gerçek bir muayene kadar süre ayırdıkları, bilgi ve tecrübeleri sayesinde tanı ve tedavi süreçlerini yürüttükleri mesailerinin bir parçasıdır. Dolayısıyla bu emeklerinin karşılıklarını almaları en doğal hakları olup hem sosyal güvence sistemlerinin hem de özel sigortaların gerekli ödemeleri yapmaları uygun olacaktır. Hatta telenefroloji uygulamalarının yaygınlaşabilmesi için hem hastalar hem de hekimler için öncelikli ve daha kabul edilebilir hâle gelmeleri gerekmektedir. Bu ödemelerin ertelenmemesi, zamanında ödenmesi, bu uygulamaların normal muayenelerden daha fazla katkı sağlar hâle getirilmesi de iyileşmenin önünü açabilir.

KAYNAKLAR

1. Elisa J. Gordon, Jeffrey C. Fink, Michael J. Fischer, Telenephrology: a novel approach to improve coordinated and collaborative care for chronic kidney disease, *Nephrology Dialysis Transplantation*, Volume 28, Issue 4, April 2013, Pages 972–981, <https://doi.org/10.1093/ndt/gfs552>
2. Osman MA, Okel J, Okpechi IG, Jindal K, Bello AK. Potential applications of telenephrology to enhance global kidney care. *BMJ Glob Health*. 2017 May 23;2(2):e000292. doi: 10.1136/bmjgh-2017-000292. PMID: 29225932; PMCID: PMC5717958.
3. Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220210-2.htm> (erişim tarihi 06.01.2023)
4. Citarda S, Camarroque AL, Seret G, De Laforcade L, Bureau C, Caillette-Beaudoin A, Bertocchio JP; Comité scientifique du club des jeunes néphrologues. Pratique de la e-santé en néphrologie en France: Résultats de la première enquête sur la télénéphrologie [e-Health in nephrology: 1st French survey on telenephrology]. *Nephrol Ther*. 2019 Nov;15(6):452-460. French. doi: 10.1016/j.nephro.2019.06.001. Epub 2019 Oct 19. PMID: 31640944.
5. Swee ML, Sanders ML, Phisitkul K, Bailey G, Thumann A, Neuzil N, Kumar B, O'Shea AMJ, Dixon BS. Development and implementation of a Telenephrology dashboard for active surveillance of kidney disease: a quality improvement project. *BMC Nephrol*. 2020 Oct 6;21(1):424. doi: 10.1186/s12882-020-02077-0. PMID: 33023489; PMCID: PMC7539521.
6. George K, Subbiah A, Yadav RK, Bagchi S, Mahajan S, Bhowmik D, Agarwal SK. Utility and patient acceptance of telemedicine in nephrology. *J Nephrol*. 2022 Dec;35(9):2325-2331. doi: 10.1007/s40620-022-01471-1. Epub 2022 Nov 11. PMID: 36367662; PMCID: PMC9651110.
7. Stauss M, Floyd L, Becker S, Ponnusamy A, Woywodt A. Opportunities in the cloud or pie in the sky? Current status and future perspectives of telemedicine in nephrology. *Clin Kidney J*. 2020 Aug 14;14(2):492-506. doi: 10.1093/ckj/sfaa103. PMID: 33619442; PMCID: PMC7454484.
8. Korashy FM, Rohatgi R. Telenephrology: An Emerging Platform for Delivering Renal Health Care. *Am J Kidney Dis*. 2020 Sep;76(3):417-426. doi: 10.1053/j.ajkd.2020.02.442. Epub 2020 Jun 2. PMID: 32507291.
9. Frilling S. Medicare Telehealth Services and Nephrology: Policies for Eligibility and Payment. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2017 Jan;24(1):46-50. doi: 10.1053/j.ackd.2016.11.003. PMID: 28224943.

Bölüm 5

Teletıpta Yasal Dayanak ve Hukukçu Görüşü

Dr. Abdülgaffar VURAL

Hekimin yükümlülükleri kapsamındaki kişisel edim yükümlülüğü hâlen yürürlükte olan (pozitif) hukukumuzda çeşitli düzenlemelerde yer almaktadır. Normlar hiyerarşisinde bir tüzük olarak yer alan 19.02.1960 tarih, 10436 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi'nin (TND) 16.maddesindeki “**Tabip ve dış tabibi bir kimsenin sıhhi durumu hakkında, ilmi metodları tatbik suretiyle bizzat yaptığı muayene neticesinde edindiği vicdani ve fenni kanaata ve şahsi müşahadesine göre rapor verir.**” düzenlemesi bunların başında gelmektedir.

Keza 6023 sayılı Türk Tabipleri Birliği Kanunu'nun 59/g maddesine istinaden Türk Tabipleri Birliği 47. Büyük Kongresinde 10-11 Ekim 1998 tarihinde kabul edilerek yürürlüğe konan ve birliğin https://www.ttb.org.tr/kutuphane/h_etikkural.pdf adresli internet sayfasında yayımlanan, normlar hiyerarşisinde bir isimsiz veya alt düzenleyici işlem olarak yer alan Hekimlik Meslek Etiği Kuralları'nın “Muayenesiz tedavi yasağı” başlıklı 23.maddesi de; “**Madde 23-Hekim, acil vakalar gibi zorunlu durumlar dışında, hastasını bizzat muayene etmeden tedavisine başlayamaz.**” şeklinde olup, acil vakalar gibi zorunlu haller dışında hekimin bizzat muayene etmediği hastaların tedavisine başlayamayacağını düzenlemektedir.

Öte yandan, sosyal hayatı düzenleme amacını güden hukuk normlarının oluşumu toplumsal ihtiyaçlardan etkilenmekte, bilim ve teknolojideki ilerlemeler sonucunda hayata geçen yeni araç, imkân ve durumlar yeni hukuk normlarına ihtiyaç gösterebilmektedir. Bu açıdan gelişen teknolojinin uzaktan robotik cerrahi girişimlere dahi imkân verebilecek noktaya gelmesi karşısında Sağlık Bakanlığınca 10.02.2022 tarih ve 31746 sayılı Resmi Gazetede, **Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik** yayımlanmıştır.

Yönetmeliğin 1.maddesi “**Bu Yönetmeliğin amacı, sağlık hizmetinin mekândan ve coğrafyadan bağımsız olarak ve çağdaş tıbbî teknolojiye dayanılarak sunulmasına hizmet etmek üzere; uzaktan sağlık hizmetinin kapsamına, uzaktan sağlık hizmeti sunacak sağlık tesislerine izin verilmesine, uzaktan sağlık bilgi sisteminin geliştirilmesine, tescil edilmesine, sağlık tesislerinin bu kapsamda denetlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.**” şeklindedir.

Yönetmeliğin “Faaliyet izni” başlıklı 8.maddesinin 1.fıkrasındaki “**Uzaktan sağlık hizmeti sunmak isteyen sağlık tesisine gerekli şartları sağlaması hâlinde Bakanlıkça uzaktan sağlık hizmeti faaliyet izin belgesi verilir. Faaliyet izni, sağlık tesisinin mevcut faaliyet izin belgesine işlenir.**” düzenlemesi, uzaktan sağlık hizmeti sunumu için Sağlık Bakanlığından izin alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. **Yani uzaktan sağlık hizmeti sunumunun hukuka uygunluğu ancak alınacak bu izin belgesiyle mümkün olabilecektir.** Bu açıdan uzaktan hizmet sunmak isteyen sağlık tesisi yönetmeliğin 6.maddesinin 1.fıkrasında “**Sağlık tesisi, sağlık meslek mensubunun uzaktan sağlık bilgi sistemine bağlanabilmesi için gerekli altyapı ve teknik donanım imkânlarını sağlar. Uzaktan sağlık hizmeti sunumu için gerekli olan altyapı ve teknik donanım gibi hususlara ilişkin kriterler, Bakanlık tarafından belirlenir.**” şeklinde belirtilen Sağlık Bakanlığınca belirlenen kriterlere uygun altyapı ve teknik donanıma sahip olmak zorundadır.

Yönetmeliğin “Faaliyet izni” başlıklı 8.maddesinin 6 ve 7.fıkraları ise;

“(6) Sağlık tesisinin başvurusunda belirttiği uzaktan sağlık bilgi sisteminin, Bakanlık kayıt tescil sisteminde kayıtlı olması ve başvurunun Genel Müdürlük tarafından uygun görülmesi hâlinde, sağlık tesisi için uzaktan sağlık hizmeti faaliyet izin belgesi düzenlenir. Faaliyet izin belgesinde, faaliyet alanı ve sınırları belirtilir.

(7) Bakanlığa bağlı sağlık tesisleri için Bakanlık resen uzaktan sağlık hizmeti faaliyet izni verebilir.”

Şeklinde olup, bir sağlık tesisine uzaktan sağlık hizmeti faaliyet izni verilebilmesi için Sağlık Bakanlığının kabul ettiği bir uzaktan sağlık bilgi sistemine sahip olması gerektiği, ayrıca bakanlığın kendi bünyesindeki sağlık tesislerine re’sen de uzaktan sağlık hizmeti yaptırabileceği düzenlenmiştir.

Uzaktan sunulabilecek sağlık hizmetlerinin kapsamı ise yönetmeliğin 7.maddesinde:

“Uzaktan sağlık hizmetleri

MADDE 7 – (1) Niteliği itibarıyla uzaktan sağlık hizmeti sunumuna elverişli olmak kaydıyla, aşağıdaki hizmetler uzaktan sunulabilir:

a) Uzaktan sağlık hizmeti talep eden kişi, uzaktan sağlık hizmetinin elverdiği ölçüde muayene edilebilir; kişinin tıbbî gözlem, izlem ve takibi ile değerlendirmesi yapılabilir, teşhis edilmiş hastalıkları kontrol edilebilir; tıbbî danışmanlık verilebilir; konsültasyon veya ikincil görüş talep edilebilir. Gerekli durumlarda, kişiye bir sağlık kuruluşuna fiziken müracaat etmesi önerilebilir.

b) Hastalıkların uzaktan yönetimi ve takibi için kişinin kan şekeri ve kan basıncı gibi klinik parametreleri değerlendirilebilir, izlenebilir, tedavi ve ilaç yönetimi sağlanabilir.

c) Sağlığın korunmasına ve takibine, sağlıklı yaşamın desteklenmesine, psikososyal destek hizmetlerinin sağlanmasına yönelik hizmetler verilebilir.

ç) Sağlık riski artan veya ileri yaşlı kişilerin çok yönlü değerlendirmesi ve takibi yapılabilir.

d) Teknolojik imkânların elvermesi ve Bakanlıktan gerekli izinlerin alınması koşuluyla kişilere, Bakanlıkça belirlenen girişimsel veya cerrahi operasyon hizmetleri sunulabilir.

e) Endemik veya epidemik salgınlarda ulusal nitelikteki kılavuzlar doğrultusunda kişilerin sağlığının korunmasına yönelik gerekli tıbbî işlemler yürütülebilir.

f) Giyilebilir teknolojiler ve diğer tıbbî cihazlar ile sağlık hizmeti talep eden kişinin sağlık verileri ölçülebilir ve takip edilebilir.

g) Hekim tarafından değerlendirilen kişiye, hekimince e-reçete ve e-rapor tanzim edilebilir.

(2) Sağlık tesisi, uzaktan sağlık hizmetine ilişkin aynı branşta faaliyet izin belgesi sahibi olması koşuluyla bir başka sağlık tesisindeki sağlık hizmeti talep eden kişiye uzaktan sağlık hizmeti sunabilir.”

şeklinde belirtilmiştir.

Yönetmelikte ayrıca uzaktan sağlık hizmeti sunumuyla ilgili olarak hastaların bilgilendirilmesine, kişisel verilerin korunmasına, kimlik doğrulamaya, yasaklara, sınırlamalara, uzaktan uluslararası sağlık turizmi faaliyetlerine, denetim ve idari yaptırımlara ilişkin usul ve esaslar da yer almaktadır. Bu kapsamda hasta ile hekim arasındaki görüşmelerde üçüncü kişilerin bulunmasına ve görüşmenin kayda alınmasına ilişkin kısıtlamalar söz konusu olup, yönetmeliğin 11.maddenin 1.fıkrasında; **“(1) Uzaktan sağlık hizmeti sunumu esnasında sağlık meslek**

mensubunun veya sağlık hizmeti alan kişinin bulunduğu ortamda hasta veya sağlık meslek mensubu ile yapılan görüşmeyi görebilecek ve/veya duyabilecek üçüncü bir kişinin olması hâlinde sağlık meslek mensubu ve/veya sağlık hizmeti alan kişi, konu hakkında karşı tarafı bilgilendirmekle yükümlüdür.” şeklinde ve 12.maddesinin 3 ve 4.fıkralarında;

“(3) Bu Yönetmelik kapsamında sunulan sağlık hizmetleri, her iki tarafın açık rızası olmaksızın görüntülü veya sesli olarak kayıt altına alınmaz, hizmet esnasında fotoğraf çekilemez.

“(4) Tarafların açık rızası olması hâlinde sunulan uzaktan sağlık hizmetine ilişkin görüntülü veya sesli kayıt alınabilir. Kayıtlar, uzaktan sağlık hizmeti veren sağlık tesisinde veya Bakanlığın izin verdiği güvenli veri merkezlerinde saklanır. Kanunen izin verilen mercilere ve idarî bir soruşturma kapsamında Bakanlık müfettişlerine bu kayıtlara erişim izni verilir. Bu kapsamda alınmış olan görüntülü veya sesli kayıtlar, oniki aydan fazla saklanamaz ve sürenin dolması ile birlikte ayrıca bir bildirimle gerek olmaksızın silinir.”

şeklinde belirtilmiştir.

Bu şekilde düzenlemeler içeren Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik'in uygulanabilir olması için uzaktan sağlık bilgi sistemlerinin de düzenlenmesine ihtiyaç olduğu izahtan varestedir. Bu ihtiyaca yönelik olarak Sağlık Bakanlığınca 25.08.2022 tarih ve 31934 sayılı Resmi Gazetede **Sağlık Bilgi Yönetim Sistemleri Hakkında Yönetmelik** yayımlanmıştır.

Hâlen Sağlık Bakanlığının internet sayfasındaki <https://kayitnescil.saglik.gov.tr/Eklenti/43969/0/usbs-ki-lavuzu-v2pdf.pdf> adresinde bir Uzaktan Sağlık Bilgi Sistemi Kılavuzu'nun bulunduğu, <https://kayitnescil.saglik.gov.tr/TR-90715/aktif-usbs-listesi.html> adresinde bir Aktif Uzaktan Sağlık Bilgi Sistemi listesinin yer aldığı görülmektedir. Listedeki sistemlerin halihazırdaki eksiklikleri de belirtilmiş gözükmemektedir. Yine Sağlık Bakanlığının internet sayfasındaki <https://kayitnescil.saglik.gov.tr/Eklenti/43808/0/usbs-is-akis-semasipdf.pdf> adresinde uzaktan sağlık bilgi sistemi iş akış şeması yayınlanmış bulunmaktadır.

Netice olarak hâlen pozitif hukuka uygun olarak uzaktan sağlık hizmeti verilebilmesi için gerekli düzenleyici mevzuatın çıkarılmasına ve teknolojik altyapı çalışmalarına devam edildiği anlaşılmaktadır.

Bölüm 6-A

Telenefroloji ve Erişkin Nefrolojide Kullanımı

Dr. Özant HELVACI, Dr. Özkan GÜNGÖR

Telesağlık ve Teletıp Kavramları

Dünya Sağlık Örgütü Telesağlığı “sağlık hizmetlerinin verilmesinde mesafenin kritik bir faktör olduğu bölgelerde, bireylerin ve toplulukların sağlıklarını geliştirmek, hastalık ve yaralanmaların teşhisi, tedavisi ve önlenmesi, araştırma ve değerlendirmelerinin devamlılığı için bilgi alışverişinin yapılması ve bilgi ile iletişim teknolojilerini kullanan tüm sağlık uzmanları ve sağlık hizmet sunucularının eğitilmesi” olarak tanımlar. Buradan yola çıkıldığında hayatında telesağlık hizmeti sunmamış bir hekim yoktur. Size teknolojik bir cihaz vasıtasıyla ulaşan bir hastaya, arkadaşınıza veya bir meslektaşınıza verdiğiniz tıbbi tavsiyeler de aslında teletıp kapsamındadır. Mevzubahis görüşmeler ile modern teletıbbi birbirinden ayıran “yapılandırılma” ve “kayıt altına alınabilirlik” ve çeşitli diğer yönlerdir. Telesağlık maliyet etkin, hastaları seyahat zahmetinden koruyan ve aksi takdirde konunun uzmanına ulaşamayacak bireyleri uzmanlara ulaştıran bir hizmettir. Yazımızda teletıbbin branşımıza ait dalı olan telenefroloji ve klinik uygulamalarından bahsedilecektir.

2019 yılından beri dünyamızı sarsan Covid-19 salgını modern telesağlığı elzem bir hekimlik yöntemi olarak kucaklamamız gerektiğini bizlere göstermiştir. Telesağlık ve teletıp kavramları çoğu yazar tarafından eşdeğer kabul edilmekle birlikte, teletıbbi telesağlığın bir alt kolu olarak savunan bir görüş de mevcuttur. Bu yazıda ilk yaklaşım benimsenmiştir.

Telenefroloji

Böbrek hastalıkları mortalite ve morbiditenin yüksek olduğu durumlardır. Birçok çalışma kırsal alanda veya hüt nefroloğa uzak bölgelerde yaşayan hastalarda kötü sonuçların arttığını göstermektedir. Amerika’da yapılan bir diyaliz çalışmasında nefrologtan 100 mil ve daha uzakta yaşayan hastalarda artmış mortalite gösterilmiştir. Mesafe nedeniyle üç ay boyunca nefrolog tarafından değerlendirilmemiş hastaların daha düşük Kt/V değerleri ve daha yüksek serum fosfat düzeyleri olduğu ise başka bir çalışmada saptanmıştır. Ayaktan hastalarda da benzer kötü sonuçları bildiren yayınlar mevcuttur. Örneğin nefrolog tarafından hiç değerlendirilmemiş diyabetik nefropatili hastaların ACE inhibitörü veya ARB kullanma şansı diğer gruba göre istatistiki olarak anlamlı bir şekilde düşük saptanmıştır. Avustralya’dan gelen veriler hekime uzak bölgelerde yaşayan Aborijin’lerin nakil seyirlerinin daha kötü olduğunu göstermektedir.

Bu sorunlar çözümünde telenefroloji tek çözüm olmamakla birlikte çok önemli bir destek aracıdır. Dünyada Avustralya, Kanada ve Amerika telenefrolojinin öncüsü ülkelerdir. Avustralya telenefroloji, hatta daha genel olarak telesağlık uygulamalarını geri ödeme kapsamına alan ilk ülke olup günümüz dünyasında telesağlığı standart olarak uygulayan (standard of care) yegane ülkedir.

Telesağlık ile ilgili alışmalar genellikle olumlu, bazen nötr ve çok nadiren kötüleşen sonuçlarla beraberdir. Nefrolojide en çok kullanılan telesağlık uygulaması senkron (eş-zamanlı) video konferanstır. Uluslararası literatürde “clinical video telehealth” olarak bu durumu klinik video telekonferans (KVT) olarak çevirmeyi uygun bulduk.

Nefroloji pratiğinde fizik muayenenin önemi göz önüne alındığında telenefrolojiye şüphe ile yaklaşan doktorların endişesi yersiz değildir ancak her hastanın her vizite madden fizik muayene olmasının elzem olmadığı durumlar da nefroloji pratiğinde sıktır. Örneğin komorbiditesi olmayan hipertansif bir hastanın tedavisine kalsiyum kanal blokleri eklediğimiz senaryoyu düşünelim. Bu hastanın biyokimyasal değerlerinin kontrolü acil değildir. Hasta pedal ödem gelişip gelişmediğini pekâla ifade edebilir. Bu durumda hastanın sadece kan basıncı takip formunu göstermek için hastaneye gelmesi yerine KVT ile kan basıncı takibinin irdelenmesi yeterli olacaktır. İkinci bir örnek ise transplant popülasyonundan gelebilir, 3 ay önce canlıdan nakil yapılmış, şu ana kadar ki takipleri sorunsuz olan bir hasta takrolimus dozunu almayı unuttuğunda ne yapması gerektiğini bilmiyorsa sadece bunun için hastaneye gelip Covid-19 riskini almasındansa KVT veya bir aplikasyon veya internet bazlı bir soru sorma sisteminden nefroloğuna ulaşması çok daha pratik ve güvenli olacaktır. Özetle, fizik muayene elbette ki vazgeçilmezdir ancak hastanın takibinin, fizik muayeneden ziyade kan sonuçları ve evdeki takip değerleri ile yapıldığı klinik senaryolarda telenefroloji hem zaman hem hastanın tıbbi güvenliği açısından tercih edilebilir. Telenefrolojinin öncü merkezlerinden olan James J. Peters VA Medical Center hekimleri gazilere sağlık hizmeti sunmaktadır (veteran affairs). Bu ekip %53 olan randevuya gelmeme+randevuyu iptal etme oranlarının KVT uygulamaya başladıktan sonra %28'e düştüğünü raporlamıştır. Başka bir öncü kurum olan Alabama Üniversitesi Renal transplant hastalarının randevularının %71'ini KVT veya e-konsültasyon ile gerçekleştirmektedir. Bu demektir ki; hastaların hastaneden Covid-19 kapma riski de aynı ölçüde azalacaktır.

KVT'nin daha profesyonelleşmesi için özelleşmiş stüdyolar ve burada hazır bulunan hemşire ve diğer sağlık personelinin kullanılması ise pek çok hekimin ve hastanın kafasındaki soruları silecektir. KTV'nin bu uygulamasında elektronik steteskop (Littman vd.), bulut teknolojisi ile görüntü aktarımı sağlayan USG/Ekokardiyografi problemleri de kullanılarak hasta gerçek zamanlı muayene bile edilebilir. Bu tekniklerin hastaların seyahat zorunluluğunu %50-80 arasında azalttığı ortaya konulmuştur.

KVT'nin klasik muayenenin yerini alamayacağı durumlar elbette ki mevcut olup hızlı ilerleyici glomerülo-nefrit, akut nefritik veya nefrotik sendrom ve kronik böbrek hastasında dekompanse kalp yetmezliği akla ilk gelenlerdir. Özelleşmiş popülasyonlarda durum daha çetrefillidir. Söz gelimi bir hemodiyaliz hastasının fistül disfonksiyonu telenefroloji ile sadece bir noktaya kadar yönetilebilir çünkü bu durumun çözümü bir girişimsel radyolog veya kalp damar cerrahını fiziken görmeyi zorunlu kılar. Halbuki birkaç yıldır sorunsuz periton diyalizi (PD) yapan bir hastanın ilk PD peritoniti uzaktan intraperitoneal antibiyotikler ile kolaylıkla çözülebilir. Avustralya örneğine dönecek olursak herhangi bir sağlık merkezine kilometrelerce uzakta yaşayan PD hastalarına KVT'yi takiben antibiyotik temin edilmekte ve hasta komplike peritonit olmadığı müddetçe tedavisini evinde almaktadır. Avustralya'nın bu başarısında hasta eğitiminin rolü yadsınamaz. PD söz konusu olduğunda birçok modern cihazın aletli PD yapan hastaların verilerini (diyalize bağlanmama, eksik diyaliz, ultrafiltrasyon, teknik hata vb) bulut sistemi üzerinden kayıt ettiği, bu sayede diyaliz hemşiresi ve hekimin sonraki kontrolü beklemeden anlık veya günlük müdahalesini mümkün kıldığını da mutlaka vurgulamak gerekir. Bu yaklaşımın PD'nin başarısını ve hasta uyumunu artırdığı gösterilmiştir.

Elbette ki telenefroloji hasta-hekim arasında olabildiği gibi hekim-hekim arasında da gerçekleştirilebilir. Amerikan sağlık sisteminde bu durumun yerleşmiş iki örneğini detaylandırmayı uygun bulduk. İlk uygulama e-konsültasyon sistemidir. Bu sistemde 1. Basamak hekimi (aile hekimi) veya 2. Basamak hekimi (dahiliye uzmanı vb), bağlı bulunduğu sistemden e-konsültasyon ister. On beş dakika içerisinde kendisine sistemdeki nefrologlardan biri ulaşır ve hasta dosyası, elektronik sağlık kayıtları incelenerek hastanın mevcut bölümde mi yoksa nefrolog gözetiminde mi tedavi edilmesi gerektiğine karar verilir. Bu yaklaşım ile nefroloji sevklerinin %80-90 oranında azaltılabilmesi mümkündür. Hastanede diyaliz cihazı ve diyaliz ekibi olması hâlinde diyaliz istemi de yapılabilir. Bu sistemin daha özelleştiği durumlarda KVT de eklenerek bir nefrolog diyaliz sorumlu doktoru vasıtasıyla bir hemodiyaliz kliniğini başarı ile yönetebilir. Bu konuyla ilgili verilerini yayımlayan Lea ve Tannenbaum

Georgia eyaletinde diyaliz imkânı olan yerel hastanelere hizmet sağlamış ve cerrahi gerektirmeyen durumlarda hasta sevkini %6'ya kadar düşürmüştür. Bu hastaların mortaliteleri ve akut böbrek hasarı sonrası iyileşme oranları historik rakamlara benzerdir. Hekim-hekim telesağlık uygulamasına ikinci bir Amerikan yaklaşımı ise SCAN-ECHO; specialty care access network-extension for community health care outcomes isimli organizasyondur. Bu sistemde spesifik branş gerektiren işlemler branş hekimi ile uzmanlaşmamış hekimi buluşturmak suretiyle gerçekleştirilmektedir. Buna örnek olarak transplant popülasyonunuzu bir dahiliye uzmanı ile takip etmek verilebilir. Sisteme katılan nefrologlar hastaların sadece %10-15'ini bizzaten görmeye gerek duymuştur. SCAN-ECHO sadece telenefrolojide değil diğer branşlarda da muvaffak olmuştur. Bir çalışmada yeni nesil direkt etkili antiviraller gastroenteroloğun olmadığı hastanelerde SCAN-ECHO ile kullanılmış, hastaların hepsinde beklenmedik bir sorun yaşanmadan %100 viral klerens sağlanmıştır.

Telesağlık uygulamaları hekim-hasta, hekim-hekim arasında olabileceği gibi hastalar kendi takiplerini bireysel olarak da yürütebilirler. Birçok akıllı telefonda kalori hesaplama, adım sayma ve ilaç destek uygulamaları mevcuttur. 2021 yılı itibari ile spesifik olarak kronik böbrek hastalarını hedef alan 30 civarı telenefroloji uygulaması olduğu bilinmektedir. Transplant hastasına ilaç hatırlatma uygulamaları, fosfor kısıtlı diyet uyum programları ilk akla gelenler olmakla beraber hasta eğitimini ilkökul-ortaokul düzeyine incek kadar basit ancak etkin veren programlar da mevcuttur. Teknolojiye hâkim bireylerin bu konuya ilgisi arttıkça daha “nefrolojik” konularda bireysel teletıp yaklaşımları da gelişmektedir. Örneğin www.choosingdialysis.org sitesinde evre 5 diyalize girmeyen hastalar hemodiyaliz ve periton diyalizi hakkında çok detaylı bilgiler edinerek kararlarını verebilir. Örneğin Atlanta Emory Üniversitesi tarafından geliştirilen “UrApp: Nephrotic Syndrome” özel geliştirilmiş bir idrar sribi ile hastaya evde proteinüri kontrolü yapma imkânı sağlar. Bu özellikle sık relaps olan hastalar için çok faydalı bir uygulamadır.

Telenefrolojinin olumsuz yönlerine değinmemiz yazının bütünlüğü açısından elzemdir. Her ne kadar Hipokrat'ın başka köylerden anlatılan hasta öyküleri ile tanı koyduğu durumlar efsanesinin bir parçası olsa da hasta hekim ilişkisi bin yıllardır yüz yüze olagelmıştır. Bu kavramdaki değişiklik bahsi geçen ilişkiye zarar verebilir. Bu zararın bertaraf edilmesi için yüksek internet hızında, çözünürlüğü yüksek kameraların kullanılması önerilmektedir. Yaşlı hasta ve hekimlerin teknolojik değişimlere ne kadar ayak uydurabileceği tartışmalıdır. Bazı insanlar telenefrolojiye kendilerince haklı nedenlerle soğuk bakabilir. Görme ve işitme engeli olan hastalar için de telenefroloji ayrı bir mücadeledir. Hukuken bu görüşmelerin ne kadarının kayıt altına alınması gereği de farklı bir tartışma konusudur. Bir yandan bu kayıt sistemleri gelecekte yaşanabilecek bir malpraktis davası için zaruridir. Öte yandan bu kayıtların güvenle saklanması ek bir mali ve hukuki yük yaratmaktadır. Verilerin çalınması gibi durumlar telenefrolojiye onarılmaz zararlar verebilir. Her ne kadar telenefroloji uzun vadede maliyet etkin gibi görülse de sistemlerin ilk kuruluş dönemlerinde yüksek bir mali ve insani eğitim yatırımı gerektirecekleri aşikârdır. Başka bir sorun ise geri ödemedir. Başta Avustralya olmak üzere, Kanada ve Amerika'da bu sorun büyük ölçüde çözülmüştür. Diğer ülkelerin de bu modelleri göz önünde bulundurmaları telenefrolojinin yaygınlaşmasını hızlandıracaktır.

Ülkemizde teletıp ile ilgili 2 mevzuat bulunmaktadır. İlki “Tele Sağlık Servisi Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Yönerge” olup 2015 yılında yayımlanmıştır. Bu yönerge hava ve deniz taşıtlarında tıbbi acil durumlarda Türkiye Hudut ve Sahiller Sağlık Genel Müdürlüğü üzerinden sağlık hizmeti alınmasını düzenler. Covid-19 pandemisi boyunca telesağlık hizmetlerinin bir anda kontrolsüzce çoğalması üzerine sağlık bakanlığı tarafından yeni yönetmelikler çıkarılmak suretiyle duruma müdahale edilmiştir. Rehberimizin yazım tarihi itibarıyla 10.02.2022 tarihli “Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik” geçerlidir. Bu yönetmeliğe göre sadece bireysel KVT tarzı görüşmeler sağlık bakanlığından onay almış hastaneler tarafından yapılabilir. Geri ödemeye dair bir yönü yoktur. Yönetmeliğin ileri güncellemelerinde modern telesağlık ve telenefroloji uygulamalarının düzenlenmesi ve geri ödeme gibi muğlak olan konuların netliğe kavuşması arzumuzdur.

Özetle, telenefroloji klinik hayatımıza yeni bir soluk getirmiştir. Mevcut küreselleşen dünyada telenefrolojiyi tamamen reddetmek mantıklı olmadığı gibi imkân kabilinde de değildir. Bu yöntemler topluluğunu kendi ellerimizle şekillendirmek suretiyle Türk Tıbbına telenefrolojiyi kazandırmamız gerektiği inancımızı yineleriz.

KAYNAKLAR

1. Küçükparlak İ, Karaş H. Telesağlık Temel Başvuru Kitabı (1. baskı) İstanbul, Türkiye: Nobel Yayın grubu; 2021
2. Koraişy FM, Rohatgi R. Telenephrology: An Emerging Platform for Delivering Renal Health Care. Am J Kidney Dis. 2020 Sep;76(3):417-426. doi: 10.1053/j.ajkd.2020.02.442. Epub 2020 Jun 2. PMID: 32507291.
3. Jain G, Ahmad M, Wallace EL. Technology, Telehealth, and Nephrology: The Time Is Now. Kidney360. 2020 Jun 3;1(8):834-836. doi: 10.34067/KID.0002382020. PMID: 35372956; PMCID: PMC8815747.
4. Justin M. Belcher The Role of Telenephrology in the Management of CKD. Kidney360 November 2020, 1 (11) 1310-1315; DOI: <https://doi.org/10.34067/KID.0000802019>
5. Sebastiaan Lambooy, Rathika Krishnasamy, Andrea Pollock, Gerald Hilder, Nicholas A. Gray, Telemedicine for Outpatient Care of Kidney Transplant and CKD Patients, Kidney International Reports, Volume 6, Issue 5, 2021, Pages 1265-1272, <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2021.02.016>.
6. El Shamy O, Tran H, Sharma S, Ronco C, Narayanan M, Uribarri J. Telenephrology with Remote Peritoneal Dialysis Monitoring during Coronavirus Disease 19. Am J Nephrol. 2020;51(6):480-482. doi: 10.1159/000508023. Epub 2020 Apr 28. PMID: 32344420; PMCID: PMC7251583.
7. “Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik” <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220210-2.htm> (erişim:14/11/2022)

Bölüm 6-B

Telenefrolojinin Pediatrik Genel Nefrolojide Kullanımı

Dr. Mukaddes KALYONCU

Çocuk Nefrolojisi alanında tele tıp ve yapay zekâ uygulamalarının pandemi sürecinde ivmelenecek her geçen yıl artan kullanımının, hastaların her yönüyle yaşam kalitesine ciddi katkılar sağladığı açıktır. Bu yazıda bu uygulamalardan örnekler sunulacaktır.

Telenefroloji uygulamaları, oldukça yeni olup birkaç yıllık geçmişi olan çalışmalar içinde en fazla olumsuz prognoz riski olan hastalıklar ön planda olmak üzere idrar yolu enfeksiyonu, kronik böbrek hastalığı, glomerüler hastalıklar ve posterior üretral valv gibi hastalıklarda çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Prognoza yansımalarının olması nedeniyle böbrekte fibrozis gelişimini ön görme yönünden de çalışmalar yapılmıştır.

İdrar yolu enfeksiyonu, çocukluk yaş grubunda özellikle yaş küçüldükçe ciddi komplikasyonları olan son dönem böbrek yetmezliği gibi ciddi yan etkisi olabilen hastalıklar arasında yer almaktadır. Altta yatan hastalıkları önceden kestirmek önemli olabilmektedir. Riskli grupların yakından izlenmesi prognozu olumlu yönde etkilemektedir. Bu konudaki çalışmaların büyük bir kısmı bu doğrultudadır ve erken tanı için ön görmede kimi zaman kanda kimi zaman idrarda belirteçler aranır. Yapay zekâ bu hastalık grubunda da önemli oranda ilgi odağı olmuştur.

İdrar yolu enfeksiyonu olan tüm yaş grubundaki hastalarda tanı yönünden yapay zekâ kullanımı algoritmasına ilişkin yapılmış bir literatür derlemesinde Pubmed, Cochrane ve WorldCat taraması ile toplam 487 çalışma değerlendirilmiştir. Hastaların demografik özellikleri ile laboratuvar bulguları farklı yöntemlerle incelenmiş ve çocuk yaş grubunun ayrı bir kategoride değerlendirilmesi gerektiği, özellikle daha küçük yaş grubundaki çocuklarda beraberinde veziköüretal reflü olma olasılığının yüksek olduğu vurgulanmıştır. Değerlendirilen çalışmaların bir kısmının retrospektif verilerle yapılmış olmasından ve veri sayısının az olmasından dolayı sağlıklı bir sonuç elde edilemediği bildirilmiştir. Bu verilerin ışığında prospektif ve çok fazla sayıda hastayı içeren çalışmaların daha yol gösterici olabileceği ve böylece özellikle çocuk yaş grubunda gereksiz antibiyotik kullanımını en aza indirilebileceği ifade edilmiştir. Gereksiz kullanılan antibiyotiklerin dirençli mikroorganizmalarla geçirilen idrar yolu enfeksiyonu riskini artırması nedeniyle ileride yapılacak olan kapsamlı çalışmaların bu riski azaltacağını da ön görebiliriz.

Kronik böbrek hastalığı olmak ilerde böbrek yetmezliği riskini barındırmaktadır. Riskli grupların belirlenmesi bu nedenle önem taşımaktadır. Bu konuda literatürde makine öğrenme yoluyla kronik böbrek hastalıklarında metabolomikler üzerinden hastalıkların imzasının ortaya çıkarılıp çıkarılamayacağını araştıran 54 merkezin katıldığı çok merkezli bir araştırma dikkati çekmektedir. Kronik böbrek hastalıkları denince akla pek çok hastalık grubu gelmekle birlikte sonuçların daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için çalışmaya belli hastalık grupları alınmıştır. Bu araştırmada belirlenmiş bir hedef metabolomik olmaksızın fokal segmental glomerüloskleroz (63 hasta), obstrüktif üropati (122 hasta), renal agenezi/displazi/hipoplazi (109 hasta) ve reflü nefropatisi (86 hasta) olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Sonuçta, makine öğrenme modelinde kronik böbrek hastalığı nedenine göre farklı metabolomik imzanın olduğu belirlenmiştir. Sfingomiyelin-seramid aksı ve plazmalojen dismetabolizmasının fokal segmental glomerüloskleroz ile ilişkili olduğu tespit edilirken bağırsak mikrobiomu kaynaklı histidin metabolitlerinin ise obstrüktif üropati ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.

Glomerülonefritler ister akut ister kronik olsun ileride kronik böbrek hastalığı geliştirebilen bir başka hastalık grubudur. Bu hastalıkların bir kısmı asemptomatik olabilmekte ve gözden kaçabilmektedir. Glomerüler hastalıklarda yapay zekâ çalışmalarının derlemesinin yapıldığı bir yazıda belli hastalık grupları hastalık öyküsü, laboratuvar bulguları, biyopsi sonuçları (ışık mikroskopi ve immünfloresan mikroskopi) ve renal ultrasonografi verileriyle birlikte her biri başlı başına tek tek kronik böbrek hastalığı/son dönem böbrek yetmezliğine gidişi ön görme yönünden değerlendirilmiştir. Ultrasonografi değerlendirmelerinde yapay zekâ uygulandığında kronik böbrek hastalığında geri dönüşümsüz etkilenimini tek başına ultrasonografik değerlendirmeden daha başarılı bir şekilde ön gördüğü belirlenmiştir.

Glomerüler hastalıkları gözden geçirecek olursak; membranöz nefropatide tedavi başarısını ve prognozu ön görmede yapay zekânın oldukça başarılı olduğu, Naumovic ve ark. tarafından doğruluk oranının %100 olduğu gösterilmiştir. Immünglobülin A nefropatisinde ise farklı yapay zekâ uygulamaları ile değişken sonuçlar elde edilmiştir. Bunların bir kısmında çalışılan olgu sayısı fazla olmakla birlikte (Zhang ve ark., 1167 Çinli çocuk hasta) izlem süresinin beş yıl gibi kısa bir süre olması ve belli bir ırkta yapılması çalışmanın sınırlayıcıları olabilmektedir. İzlem süresi 25 yıl gibi oldukça uzun olan Schena ve ark. tarafından yeni geliştirilen bir yapay zekâ uygulaması ile yapılan bir başka çalışmada ise önceki çalışmalara göre daha yüksek olan bir doğruluk oranına ulaşılmıştır. Immünglobülin A nefropatisi ile yapılan çalışmaları genel olarak değerlendirecek olursak hâlen çok merkezli ve uzun izlemlerle çalışmalara gereksinim olduğu söylenebilir.

Sistemik lupus eritematozus pek çok sistemi etkileyen otoimmün bir hastalık ve renal tutulum hastalığın ilk bulgusu olabileceği gibi izlem de ortaya çıkabilmektedir. Kegerreis ve ark. tarafından lupus hastalarında transkriptomikler üzerinden yapılan bir çalışmada hastalık aktivitesini belirlemede rutinde kullanılan diğer parametrelere göre çok daha başarılı sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Yine lupus hastalıklarında değerlendirilen “hastalık hasar indeksi” ile Ceccarelli ve ark. tarafından yapılan bir yapay zekâ algoritma çalışmasının sonucunda, algoritmanın hasarı ön görmede başarılı olduğu gösterilmiştir. Önemli bir prognoz belirleyicisi olması nedeniyle renal tutulumu erken belirlemek pek çok çalışmanın odak noktası olmuştur. Klinik ve laboratuvar verileri kimi hastalar için erken belirleyicilik yönünden zayıf kalabilmektedir. Sistemik lupus eritematozus hastalığında görülen nefrit için yapay zekâ ile hastalığı ve prognozunu ön görmeye yönelik çalışmalarda, yapay zekâ uygulamasının devreye girmesiyle tek başına klinik ve laboratuvar bulgularına göre değerlendirmede daha erken ve daha yüksek olasılıkla prognoz hakkında bilgi edinildiği sonucuna ulaşılmıştır. Yüz güldürücü gibi görünen sonuçlara karşın bu çalışmaların düşük olgu sayısı, görece olarak kısa izlem süresi ve retrospektif olması gibi kısıtlılıkları bulunmaktadır. Bu hastalıkta da diğerlerinde olduğu gibi hastalığın prognozunda ırksal farklılıklar olması nedeniyle farklı ırkları da içine alan çok daha fazla sayıda hastada ve prospektif olarak planlanmış çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Posterior üretral valv bir diğer kronik böbrek hastalığı riski taşıyan ve erken tanının prognozu önemli ölçüde etkilediği hastalıktır. Hastaların bir kısmı doğum sırasında böbrek yetmezliği geliştirip yüksek mortalite ve morbidite riski taşıırken bir kısmı da erişkin yaşa kadar böbrek işlevlerini koruyabilmektedir. Çeşitli çalışmalarda postnatal kreatinin değerleri ile kronik böbrek hastalığına gidiş ön görülmeye çalışılsa da tanıda gecikme olabilmektedir. Posterior üretral valvi olan çocukların bir kısmı nörojenik mesane geliştiği için temiz aralıklı kateterizasyon yapmak zorunda kalmaktadırlar. Bir kısmında da tek ya da iki yanlı veziköüreteral reflü eşlik edebilmektedir. Bu iki durum idrar yolu enfeksiyonu gelişme riskini artırmakta, dolayısıyla kötü prognoza katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle bu hastalar çok daha yakından izlenmelidir.

Geçtiğimiz yıl Kwong ve ark. tarafından posterior üretral valvi olan ve medyan izlem süresi 5,7 yıl olan 103 erkek çocukta yapılan bir çalışmada, makine öğrenmesi yönteminin temiz aralıklı kateterizasyon gerektiren ve böbrek yetmezliği riski olan hastaları belirlemede yararlı olduğu gösterilmiştir. Daha fazla sayıda ve kapsamlı çalışmalarla bu bilginin desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yakın geçmişte posterior üretral valvi olan çocuklarda yapılan bir başka çalışmada Weaver ve ark., derin öğrenme yöntemi ile böbrek ultrasonografisi verilerini ayrıntılı inceleyerek hastalığın kronik böbrek hastalığına

ilerleyişini ön görüp göremeyeceklerini araştırmışlardır. Bu çalışma 537 hastadan klinik verileri yeterli olan 225 hasta üzerinde yapılmış olup kreatinin klirensinin %35 ve altında olması ve renal replasman tedavisi (hemodiyaliz, periton diyalizi uygulanıyor olması ya da böbrek nakli yapılmış olması) alıyor olması kronik böbrek hastalığına gidiş olarak kabul edilmiştir. Başvuru sırasındaki ortanca yaşı 31,5 gün ve ortanca izlem süresi 6,1 yıl olan hastaların 51 (%22,6)'inde kronik böbrek yetmezliği geliştiği belirlenmiştir. Araştırmanın sonunda tek olarak klinik veriler ya da derin öğrenme verileri ile karşılaştırıldığında, derin öğrenme yöntemi ile klinik verilerin birlikte değerlendirilmesinin, kronik böbrek hastalığına gidişi öngörmede daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Daha önceden de belirtildiği gibi renal fibrozis olumsuz prognoz göstergesi olması açısından oldukça önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Makine öğrenimi yoluyla bilgisayarlı tomografi üzerinden fibrozisin belirlenip belirlenemeyeceğine ilişkin bir çalışma gerçekleştirilmiştir. İnterstisyel fibrozis ve tübüler atrofi (İFTA) yıllardır kötü prognoz göstergesi olarak bilinmekte olan bir biyopsi bulgusudur. Bu çalışmada 76 nakil yapılmış böbrek ve 300 nativ böbrek hem biyopsi hem de bilgisayarlı tomografi üzerinden makine öğrenimi ile bakıldığında fibrozisin yani İFTA'nın anlaşılabilirliği ortaya konulmuştur. Çalışmada olgu sayısının artırılması ve daha ayrıntılı değerlendirilmesi ile daha düşük düzeydeki fibrozisin de anlaşılabilirliği hastanın prognozu açısından daha iyi sonuçların alınabileceği ifade edilmiştir. Buradan elde edilecek bir başka yarar da, donör böbrekte bu yöntemin kullanımı ile düşük düzeyde de olsa fibrozisin erken yakalanması ile daha uygun böbreğin naklinin yapılabilmesidir. Graft ömrünü uzatabilecek bu durumun, nakil cerrahisine katkısının büyük olacağı ve yüz güldürücü sonuç alma olasılığının artmasını sağlaması yönünden oldukça güçlü bir veri kaynağı olması kaçınılmazdır.

Sonuç olarak, şimdiye kadar yapılan çalışmaların ışığında, son derece geniş kullanım alanı olan tele tıp ve yapay zekâ uygulamalarının diğer alanlarda olduğu gibi genel böbrek hastalıklarında da yararlı bilgilere ulaşılarak tanı, tedavi ve prognozu belirlemede ya da ön görmede son derece değerli katkıları olduğu ve olmaya devam edeceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Weaver JK, Milford K, Rickard M, Logan J, Erdman L, Viteri B, D'Souza N, Cucchiara A, Skreta M, Keefe D, Shah S, Selman A, Fischer K, Weiss DA, Long CJ, Lorenzo A, Fan Y, Tasian GE. Deep learning imaging features derived from kidney ultrasounds predict chronic kidney disease progression in children with posterior urethral valves. *Pediatr Nephrol.* 2023;38(3):839-846. doi: 10.1007/s00467-022-05677-0.
2. Goździkiewicz N, Zwolińska D, Polak-Jonkisz D. The Use of Artificial Intelligence Algorithms in the Diagnosis of Urinary Tract Infections-A Literature Review. *J Clin Med.* 2022;11(10):2734. doi: 10.3390/jcm11102734.
3. Morse KE, Brown C, Fleming S, Todd I, Powell A, Russell A, Scheinker D, Sutherland SM, Lu J, Watkins B, Shah NH, Pageler NM, Palma JP. Monitoring Approaches for a Pediatric Chronic Kidney Disease Machine Learning Model. *Appl Clin Inform.* 2022;13(2):431-438. doi: 10.1055/s-0042-1746168.
4. Schena FP, Magistrone R, Narducci F, Abbrescia DI, Anelli VW, Di Noia T. Artificial intelligence in glomerular diseases. *Pediatr Nephrol.* 2022;37(11):2533-2545. doi: 10.1007/s00467-021-05419-8.
5. Kwong JC, Khondker A, Kim JK, Chua M, Keefe DT, Dos Santos J, Skreta M, Erdman L, D'Souza N, Selman AF, Weaver J, Weiss DA, Long C, Tasian G, Teoh CW, Rickard M, Lorenzo AJ. Posterior Urethral Valves Outcomes Prediction (PUVOP): a machine learning tool to predict clinically relevant outcomes in boys with posterior urethral valves. *Pediatr Nephrol.* 2022;37(5):1067-1074. doi: 10.1007/s00467-021-05321-3.
6. Lemley KV. Kidney Fibrosis Assessment by CT Using Machine Learning. *Kidney360.* 2022;3(1):1-2. doi: 10.34067/KID.0007262021.

Bölüm 7-A

Erişkin Hemodiyalizinde Telenefrolojik Yaklaşımlar

Dr. Zafer ERCAN, Dr. Elif ARI BAKIR

Günümüzde internet ve telekomünikasyon araçlarında yaşanan baş döndürücü gelişmeler, yaşamın çoğu alanını doğrudan etkilemektedir. Özellikle akıllı telefon, tablet ve bilgisayarlardaki yenilikler, yapay zekâ uygulamaları, uzaktan görüntülü görüşme özellikleri, dijital veri ve belgelerin bu araçlarla çok hızlı şekilde paylaşılabilmesi iletişimde çığır açmıştır. Bu sayede zaman ve mekândan bağımsız şekilde insanların haber almaları, görüş ve bilgi paylaşımları kaliteli, ucuz ve hızlı hâle gelmiştir.

Benzer şekilde internet ve telekomünikasyon araçlarının sağlık hizmetlerinde kullanımının hızla artmasıyla birlikte teletıp kavramı ortaya çıkmıştır. Teletıp, “sağlık hizmetlerinin sunumunda uzaktan teknolojik araçlar kullanarak sağlanan hizmet” olarak tanımlanabilir. Bu hizmetler, video konferans, telefon görüşmeleri, e-posta ve diğer çevrimiçi iletişim yöntemleri aracılığıyla sağlanır. Bu iletişim, hastaların sağlık hizmetlerine daha kolay erişim sağlamasına; hekimler ve sağlık hizmeti sunucularının daha etkili ve verimli hizmet sunmasına olanak tanır. Teletıp yöntemlerinin aynı zamanda maliyet etkin olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir. 2021 yılında yayınlanan, operasyon hâlindeki Amerikan deniz kuvvetlerindeki askerler üzerinde teletıp yöntemlerinin incelendiği retrospektif bir makalede; askerlerin deniz aşırı hastanelerde tedavi maliyetinin yılda yaklaşık 124.037 dolar olduğu belirtilirken, bu askerlerin teletıp yöntemleriyle tedavi etmenin tahmini maliyetinin 27.330 dolar olduğu belirtilmektedir. Teletıp yöntemlerinin, tedavi maliyetlerini azaltacağına vurgu yapılan makalede bu yöntemlerin tüm sağlık hizmetlerinde kullanılması önerilmektedir.

Teletıp yöntemleri, özellikle sağlık kuruluşlarına uzak yerde yaşayan, böbrek yetmezliği gibi kronik hastalığı olan, yaşlı, ekonomik gücü zayıf hastalar için ciddi fayda sağlıyor gibi görünmektedir. Bu konuda yazılan bir derlemede; özellikle nüfusa göre hekim sayısının az olduğu, kırsal alanda yaşayan insanların fazla olduğu, gelişmekte olan ülkelerin teletıp uygulamalarına daha açık ve talepkâr oldukları bildirilmiştir. Teletıbbın günümüzde mevcut uygulama şekliyle, değişik sağlık alanlarında etkileri incelendiğinde, tüm alanlarda aynı derecede başarı ve memnuniyetin olmadığı görülecektir. Bu konuyu inceleyen geniş kapsamlı bir çalışmada yaklaşık 80 adet homojen olmayan sistemik derleme incelenmiş, bunların 21 tanesinde teletıbbın etkili olduğu, 18’inde kanıtların yetersiz ama aynı zamanda ümit verici olduğu belirtilmiş; diğerlerinde kanıtların tutarsız ve yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Hemodiyaliz (HD), son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) tedavisinde kullanılan önemli renal replasman tedavi modalitelerinden biridir. Hemodiyalizi diğer tedavi modalitelerinden ayıran en önemli özellik, HD tedavi seansının birçok yönünün matematiksel olarak ifade edilmesidir. Bu, bir yönüyle teletıp açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Çünkü bir konu, ne kadar sayısal verilerle ifade edilebiliyorsa o kadar teletıp yöntemiyle etkin olarak yönetilebileceği anlamına da gelebilir. Bu konu ile ilgili yapılmış bir derlemede tele-nefrolojik yöntemlerin nefroloji uzmanları ve böbrek hastaları arasında önemli köprü oluşturduğu ve maliyet etkin bir yol olduğu belirtilmiştir. Yöntem olarak en sık video konferans ve elektronik konsültasyonların kullanıldığı bildirilmiştir. Ayrıca bu konuda yazılmış başka bir derlemede; hemodiyalizin matematik disiplininin aldığı güç ile tanı,

tedavi ve izleminde belirsizliklerin az olduğu ifade edilmiştir. Fizik muayenenin nispeten daha arka planda kalması nedeniyle, nefroloji branşının teletıp uygulamalarına uygun olduğu yorumu yapılmıştır. Böbrek yetmezlikli hastaların birçoğunun ko-morbiditelerinin de olduğu düşünüldüğünde, tele-nefrolojik yöntemlerin, hastaların hastaneye başvuru sayılarını azaltabileceği öngörülmektedir. Diyaliz hemşirelerinin, nefroloji uzmanları ile tele-nefrolojik yöntemlerle görüşerek, hastaların medikal süreçlerini gayet iyi bir şekilde takip edebildiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın yorumunda, hastaların, nefroloji uzmanı ile yüz yüze ziyaret ihtiyacının neredeyse kalmadığı vurgulanmıştır.

Ülkemizde, HD hastalarının demografik özellikleri incelendiğinde birçoğunun düşük sosyoekonomik düzeye sahip olduğu görülecektir. Bu hastaların yaşadığı bölgelerdeki teknolojik altyapı eksiklikleri ve bu hasta popülasyonunun teknolojiye yatkınlıkları göze alındığında tele-nefrolojik anlamda dezavantaj olduğu düşünülebilir. Literatür incelendiğinde ülkemizdeki hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda kullanılan tele-nefrolojik yöntemlerin diğer çoğu ülkelere göre farklılık gösterdiği görülecektir. Birçok ülkede tele-nefrolojik yöntemler hemodiyaliz hastaları ve nefroloji uzmanı arasındaki iletişimi ifade ederken, ülkemizde, HD tedavisini uygulayan sağlık personeli ile nefroloji uzmanı iletişiminin ön planda olduğu görülecektir. Yine de, HD tedavisinde iki sağlık profesyoneli arasında kullanılan tele-nefrolojik yöntemlerin hastaların tıbbi süreçlerine olumlu ve hızlı katkı sağlama kaçınılmazdır. Hâlen haftada 3 kez HD tedavisi alan hastaların başka nedenlerle hastaneye başvuru sayısını azalttığı, zamandan ve maliyetlerden tasarruf sağladığı da vazgeçilmez bir gerçektir. Dünyada, HD hastaları ile ilgili çalışmalar da ülkemizdeki sonuçlarla paralel sonuçlar bildirmektedir. Örneğin, Zuniga ve arkadaşlarının, 2020 yılında yayınlanan, 4668 böbrek hastasının tele-nefrolojik yöntemlerle takip edildiği çalışmanın sonuçlarına göre, tele-nefrolojik yöntemler, SDBY gelişen hastaların diyalize başlamasında oluşabilecek gecikmeleri önemli ölçüde azaltmaktadır. Çalışmada, evre 3-5 kronik böbrek hastalığı (KBH) tanısı olan hastaların takibinde nefroloji uzmanı önerildiği, ancak, Şili’de nefroloji uzmanı sayısının az olması nedeniyle hasta takiplerinin aksadığı belirtilmektedir. Çalışma bulgularına göre, tele-nefrolojik yöntemlerle nefroloji uzman görüşü alınması, hastaların nefroloğa ulaşma süresini, ortalama 289 günden, 2.5 güne düşürmüştür. Ayrıca, hastaların %57 sinde yüz yüze muayeneye gerek kalmadan takip yapılabildiği belirtilmiş, hastaların nefroloji uzmanı ile yüz yüze görüşmek için gereken transfer süresi ve transfer maliyetlerinden tasarruf edildiği bildirilmiştir. Sonuçta, özellikle nefroloji uzmanı sayısının yetersiz kaldığı gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere, tüm dünyada tele-nefrolojik yöntemlerin hasta takip ve tedavisini hızlandırdığı vurgulanmıştır.

Benzer şekilde, Michel ve arkadaşları tarafından yayınlanan, erişkin HD hastalarında tele-nefrolojik yöntemlerin etkinliğinin araştırıldığı retrospektif bir çalışmada HD hasta takibinde tele-nefrolojik yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada, 84 HD hastası aylık yüz yüze muayene ve aylık tele-nefroloji konsültasyonu ile yılda 4 kez yüz yüze muayene olacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Altı yıl takip edilen iki grup hasta arasında, diyaliz yeterliliği ve vasküler erişim problemleri açısından fark saptanmamıştır. Tele-nefrolojik yöntem olarak e-posta ve telefon görüşmeleri kullanılan çalışmada, 6 yılın sonunda, her iki grupta da hasta sağkalımı benzerdir. Çalışmanın sonucunda, özellikle diyaliz ünitelerinin merkezden uzak olduğu, nefroloji uzmanı sayısının yetersiz olduğu bölgelerde, HD hasta takibinde etkili, kullanışlı ve maliyet-etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Aylık tele-nefroloji konsültasyonu ile takip edilen hasta grubunda, transplantasyon değerlendirmesi yapılan hasta sayısı daha az saptanmış olmasına rağmen, her iki grupta transplantasyon yapılan hasta sayısı benzer bulunmuştur.

Androga ve arkadaşları tarafından yayınlanan, çok yakın tarihli başka bir çalışmada ise hastanede yatan hastalar için istenen nefroloji konsültasyon değerlendirmeleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, 850 hasta için istenen nefroloji konsültasyonları, hibrid değerlendirme ile (tele-nefroloji ve yüz yüze değerlendirme birlikte) standart yüz yüze değerlendirme açısından incelenmiş; konsulte edilen hastaların 30 günlük mortalite, hastane yatış süresi, tekrar hastaneye başvurma sayıları ve diyalize başlama oranları karşılaştırılmış; her iki yöntem

arasında fark saptanmamıştır. Tele-nefrolojide %82 oranında tercih edilen yöntem video konferans yöntemi olmuştur. Hekimlerin %64 ü, tele-konferans yöntemi kullandıklarında zaman tasarrufu sağladığını ifade etmiştir. Sonuç olarak, hastane içi nefroloji konsültasyonlarında hibrid yöntemin standart yöntemle kıyaslandığında eşit etkili ve eşit derecede güvenli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bir başka çalışmada tele-nefrolojik yöntemlerin uzaktaki kronik hemodiyaliz hastalarının takibi için değerli bir fırsat olduğu ve bu durumun hemodiyaliz hastalarının evlerine yakın bir yerde tedavi görmelerine izin verdiği, optimum bakım kalitesi sağladığına vurgu yapılmıştır.

Tele-nefrolojik yöntemlerin çok sayıda avantaj ve faydaları bildirilmiş olmasına rağmen aynı zamanda olumsuz yönleri de vardır. Örneğin, tele-nefroloji teknikleri, teknolojik problemler nedeniyle aksayabilir, hizmete ulaşım kısıtlanabilir, buna bağlı tedavilerde aksaklıklar oluşabilir. Standart muayene yöntemleri kullanılmadığında yetersiz tanı konulması söz konusu olabilir. Tele-nefrolojik yöntemler kullanılırken hastaların mahremiyeti, kişisel verileri yeteri kadar güvence altına alınamayabilir. Başka bir problem de, bazı hastaların teknolojiye ulaşımında yetersizlikleri, bu yöntemleri kullanma konusunda bilgisiz ve deneyimsiz olmaları olabilir. İnternet hız ve kalitesindeki değişiklikler video, ses ve belge gibi dijital verilerin paylaşımını olumsuz etkileyebilir. Tüm nedenler değerlendirildiğinde, teletıp uygulamalarının doğru bir şekilde yönetilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Uygun teknolojik altyapı, tıbbi personelin eğitimi ve hizmetlerin doğru bir şekilde yönetilmesi, teletıp uygulamalarının olumsuz etkilerini azaltabilir ve bu hizmetlerin daha güvenli ve etkili bir şekilde sunulmasını sağlayabilir.

Tele-nefrolojik yöntemlerin gerçek anlamda önemi son yıllarda yaşadığımız iki afette daha iyi anlaşılmıştır. COVID-19 salgınında tüm ülkelerin sağlık sistemleri olumsuz etkilenmiştir. Pandemi sırasında, hastaların evlerinde kalması ve tıbbi randevulara gitmemesi tavsiye edilmiştir. Teletıp hizmetleri, hastaların evlerinden hekimlerle iletişim kurmasına ve sağlık hizmeti almalarına olanak tanırken, aynı zamanda sağlık hizmeti sunucularının enfeksiyon riskini azaltmalarına yardımcı olmasını sağlamıştır. Bireylerin tedavi uyumu artmıştır. COVID-19 salgını sırasında acil servislere akut böbrek hasarı tanısı ile başvuran ve HD ihtiyacı olan hastaların diyaliz tedavileri, elektronik konsültasyon ve tele-nefrolojik yöntemlerle düzenlenmiştir.

Ülkemizde yasal ve profesyonel zeminde, erişkin hemodiyalizinde tele-nefrolojik yöntemler ilk kez COVID 19 salgınında kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemde, hekimin öncelikle üye olması istenmektedir. Hastayı primer takip eden hekim veya diyaliz hemşiresi, sistem üzerinden telenefrologdan belli tarih ve zaman için randevu talep etmektedir. Randevu talepleri sırasında telenefrolog ile hangi yöntemle iletişim kurmak istedikleri de sorulmaktadır. Hekimler, genellikle video konferans ya da elektronik yazışmayı tercih etmekte; gerekli durumlarda sistem üzerinden dosya ve/veya veri paylaşımı yapabilmektedir. Bu sistem sadece telenefrolog ile bir sağlık personelinin iletişimine izin verip, sağlık personeli dışındaki kişilere izin vermemektedir. Sonuç olarak; pandemi sırasında, tele-nefroloji hizmetleri, tıbbi hizmetlerin sunumu için önemli bir araç hâline gelmiştir.

Yine benzer şekilde 6 Şubat 2023 tarihinde ülkemiz tarihinin en ağır deprem felaketiyle karşı karşıya kalmıştır. 10 ilimizde çok ağır yıkıma sebep olan depremde yaklaşık elli bin kişi hayatını kaybetmiş, onlarca sağlık kuruluşu kullanılamaz hâle gelmiştir. Depremlerde görülen en önemli nefrolojik problemlerin başında ezilme sendromu gelmektedir. Ülkemizin yaşadığı bu ağır deprem felaketinde Türk Nefroloji Derneği öncülüğünde ivedikle akademik danışma kurulu oluşturulmuş, deprem bölgesindeki hekimlerle, hastaların anlık verileri, tedavi planı ve hastane dağıtımları dijital konsültasyon ve tele-konferans yöntemleriyle planlanmıştır. Tele-nefrolojik uygulamalar sayesinde bu kadar büyük afette hastalar mümkün olan en optimal tedaviyi alabilmiş, tedavi ve sevkleri mümkün olan en hızlı şekilde yapılabilmektedir. Hem COVID-19 salgını hem 6 Şubat depremi gibi felaketler tele-nefrolojinin başarı ve önemini göstermesi açısından çarpıcı örneklerdir.

Sonuç

Teknolojik gelişmelerin baş döndürücü şekilde ilerleyeceği düşünüldüğünde HD hasta grubunda özellikle nüfus başına düşen nefroloji uzman sayısının düşük, kırsalda yaşayan hasta sayısının fazla olduğu, gelişmekte olan ülkelerde tele-nefrolojinin giderek önemini ve etkisini artıracığı öngörülebilir. Bu yöntemlerin telenefrolojistler için zaman tasarrufu ve kolaylık sağladığı, ülke ekonomileri için maliyet etkin bir yol olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte HD hastalarının nefroloji uzmanları ile dijital ortamda temas hâlinde olması tedaviye uyum ve tedavi başarısını artırabilir. Olası komplikasyonların erken fark edilmesine sebep olabilir.

Hasta ve yakınlarının teknolojiye adaptasyon süreçlerinin hızlandırılması, hastaların teknolojiye ulaşabilecekleri gerekli alt yapı hizmetlerinin sağlanması bu süreç olumlu katkıda bulunabilir. Tele nefrolojik süreçlerin sağlıklı ilerleyebilmesi için bilgi kirliliği, hasta bilgi güvenliği konusunda gerekli tedbirlerin alınması açısından çalışmalar yapılması sürece olumlu katkıda bulunacaktır. Ayrıca tele-nefrolojik yöntemlerin özellikle afet durumlarında tartışılmayacak kadar önemli olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. İnternetin Getirdiği Fırsat ve Faydalar. [https:// internet.btk.gov.tr/internetin-getirdigi-firsat-ve-faydalar](https://internet.btk.gov.tr/internetin-getirdigi-firsat-ve-faydalar) (Erişim tarihi 16.04.2023)
2. Rozycki SW, Marvin KM, Landers JT. Telemedicine Proof of Concept and Cost Savings During Underway Naval Operations. *Telemed J E Health*. 2021 May;27(5):503-507
3. Michel LM, Baroux N, Frimat L, Quirin N. Telenephrology and on-site nephrology: Comparable adequate dialysis care to patients living in remote Pacific Islands. *J Telemed Telecare* 2021 Oct;27(9):562-571.
4. Wizemann V, Schareck WD, Rath T et al. Teledialysis as an option to ensure patient care during the COVID-19 pandemic? *J Nephrol*. 2020;33(4):737-739
5. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform*. 2010 Nov;79(11):736-71.
6. T.C Sağlık Bakanlığı Türkiye Böbrek Hastalıkları Önleme ve Kontrol Programı 2018-2023
7. Combi C, Pozzani G, Pozzi G. Telemedicine for Developing Countries. A Survey and Some Design Issues. *Appl Clin Inform*. 2016 Nov 2;7(4):1025-1050
8. Korashy FM, Rohatgi R. Telenephrology: An Emerging Platform for Delivering Renal Health Care. *Am J Kidney Dis*. 2020 Sep;76(3):417-426
9. Belcher JM. The Role of Telenephrology in the Management of CKD. *Kidney360*. 2020 Sep 21;1(11):1310-1315
10. Androga LA, Zoghby Z, Ramar P et al. Provider Perspectives and Clinical Outcomes with Inpatient Telenephrology. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2022 May;17(5):655-662.
11. Zuniga C, Riquelme C, Muller H et al. Using Telenephrology to Improve Access to Nephrologist and Global Kidney Management of CKD Primary Care Patients. *Kidney Int Rep*. 2020 Apr 21;5(6):920-923
12. https://farmatek.online/giris?redirect_url=meslektasina-danis. (Erişim tarihi: 17.05.2023)

Bölüm 7-B

Çocuk Hemodiyaliz Uygulamalarında Telenefroloji

Dr. Mehmet TAŞDEMİR

GİRİŞ

Teknolojinin tıpta yoğun kullanımıyla birlikte, genel olarak daha kapsamlı hasta takibi, aynı zamanda daha az insan kaynağı ile daha maliyet etkin çalışma olanakları ortaya çıkmıştır. Özellikle COVID-19 pandemisi bu süreci hızlandırmıştır. Tele-tıp uygulamaları klinisyenler, farklı disiplinler ve hastalar açısından çeşitli faydalara sahip olduğu gibi endişe duyulan yanları da mevcuttur. Kompleks bir işlem olan hemodiyaliz'de (HD) yüz yüze hasta vizitlerinin yerini tutamayacak olan tele-tıp uygulamaları ancak tamamlayıcı ve yardımcı bir yöntem olarak tanımlanabilir.

Hemodiyalizde tele-tıp uygulamaları oldukça kısıtlı olup daha çok erişkinlerde deneyimler mevcuttur. Aslında 1980'lerde başlanan uzaktan erişimle erişkin hastaların diyaliz merkezinde hemşiresi aracılığı ile ya da evde hemodiyaliz uygulamalarında yönlendirilmesi faaliyetleri bildirilmektedir. Son yıllarda hem evde hemodiyaliz yaygınlaşmakta hem de tele-tıp ve uzaktan hasta izlemi konularında %200'ün üzerinde yayın artışı dikkatleri çekmektedir. Çocuk hemodiyaliz hastalarında tele-tıp uygulama deneyimi ise çok daha sınırlıdır.

Hemodiyaliz hastalarında tele-tıp, tele-sağlık hizmetleri temel olarak: uzaktan hasta izlemi (remote patient monitoring), ev hemodiyalizi ve online hemodiyafiltrasyon olarak özetlenebilir.

Uzaktan Hasta İzlemi (Remote Patient Monitoring) ve Ev Hemodiyalizi.

Yakın dönemde yayınlanan bir sistematik gözden geçirmede tele-tıp uygulamalarının kronik böbrek hastalarında, periton diyalizi ve hemodiyalizde uygulanması konusu ele alınmıştır. Hastaların hastane ya da izlendikleri merkeze gitmek yerine uzaktan erişimle yönetilmeleri hâlinde; yolda harcadıkları zaman ve paranın korunabilmesi, enfeksiyon riskinin azaldığı ve hayat kalitelerinde anlamlı yükselme olduğu bildirilmektedir.

Diyaliz merkezine 60 dk ve daha uzun sürede ulaşanlar ile 15 dk ve daha az sürede ulaşanlar karşılaştırıldığında hayat kalitelerinde belirgin kötüleşme ve mortalite riskinde anlamlı artış saptanmıştır.

Uzaktan hasta izlemi hizmeti sayesinde hemodiyaliz hastaları sağlık profesyonellerine hızlı ve zahmetsiz ulaşabilmektedirler. Sağlık ekibine doktor ve hemşirenin yanında diyetisyenin de eklenmesi bakım kalitesini iyice artırmaktadır. Tele-sağlık ile evde bakım olarak da adlandırılan bu hizmet için telefon ve internet bağlantısı, bilgisayar ve bir web kamera gereklidir. Bu sayede mesafelerin önemi kalmadan hasta çocuk, ailesi ve sağlık ekibi görüşebilmektedir. Çocuk hastalar için ayrıca hastane korkusu veya stresi de bu şekilde ortadan kalkabilmektedir.

Hastalara ve ailelerine online haftalık, haftada birkaç kez eğitimler verilmesi hâlinde hastalıklar, ilaçlar, diyet, sağlıklı yaşam gibi konularda bilinçlenme olmaktadır. Bu şekilde hastaların yaşam kalitesi ve yaşam beklentisi de artırılabilir. Aylık telefon vizitleri ile hastaların genel durumu, varsa sorunları, diyet ve beslenme durumları, sıvı dengeleri, kan basıncı, vücut ağırlıkları ve kullandıkları ilaçlar gözden geçirilebilmektedir. Bu hastalar 6 ayda ya da yılda bir sağlık merkezinde de görülmelidir.

Uzaktan erişim ile hasta izleme tekniğinde yaşanabilen teknik sorunlar hastanede izlenen hastalara göre anlamlı şekilde yüksek bulunmamıştır. Olan sorunlar da uzaktan destek ile çözülmeye çalışılmış aksi halde hastaneye transfer istenmiştir.

Ev Hemodiyalizi (Home Hemodialysis)

Ev hemodiyalizinin sağladığı faydalar gözlemsel ve randomize kontrollü çalışmalarda gösterilmiştir. Her şeyden önce hastane ya da merkeze gitme zorunluluğunun olmaması ve diyaliz zamanını kendine göre ayarlayabilme sayesinde çocuk-erişkin tüm hastalar daha konforlu hissetmekte ve daha fazla serbest zamana sahip olmaktadır. Bu hastalarda kan basıncı kontrolünün ve volüm dengesinin daha iyi sağlandığı, fosfor seviyesinin daha etkili düşürülebildiği, ilaçlara ihtiyacın azaldığı, sol ventrikül hipertrofisinin azaldığı, kalp fonksiyonlarının daha iyi hâle geldiği ve yaşam beklentisinin anlamlı şekilde arttığı bildirilmektedir. Hastalar evde hemodiyaliz ile yaşam kalitelerinin anlamlı şekilde arttığını ifade etmektedirler. Ek olarak tedavi maliyetleri de daha düşük olmaktadır.

Özellikle COVID19 pandemisi gibi enfeksiyon riskinin arttığı dönemlerde ev hemodiyalizi yapılabilen hastaların, hastane ya da diyaliz merkezlerinde diyalize giren hastalara göre enfeksiyonlar açısından da daha avantajlı olduğu söylenebilir. Hem yolda seyahat sırasında hem de diyaliz merkezinde diğer insanlarla bir arada diyalize girmek yoluyla enfeksiyon riski artabilmektedir.

Evde hemodiyaliz için eğitilmiş doktor ve hemşireler hastaları ziyaret ederek ve zaman zaman çevrimiçi veya telefon görüşmeleri ile tedavilerini yönetebilmektedirler. Hastalar hemodiyalizin temel mantığı, diyalizörler, fistül veya kateter kullanımı ve bakımı, vital bulguların ne olduğu ve takibi, acil durumlar ve yapılacaklar, diyalizden ayrılma, tıbbi atıkların muhafaza ve uzaklaştırılması gibi konularda bir eğitimden geçirilmektedirler. Ayrıca sterilite, diyet ve sıvı dengesi gibi konularda temel eğitimler verilmektedir.

Çevrimiçi veya telefonla 24 saat erişim sağlanması mümkündür. Sağlık çalışanları ve hastaların, ailelerinin ortak kullanacağı çevrimiçi uygulamalar yardımı ile sesli ve görsel bağlantı kolaylıklar sağlanabilmektedir. Görüşmeler haftalık, aylık veya değişen sıklıkta seçilebilmektedir. 20-30 dakikalık görüşme seansları genellikle yeterli olmaktadır.

Yakın zamanda yapılan bir erişkin çalışmada 17 ev hemodiyalizi hastası için 12 hemşire görevlendirilmiş ve 6 aylık sürede doktorla internet yoluyla haftalık 20 dk görüşmeler yapılmıştır. Hastalardan istenen anket sonucunda bu izlem yolu genel olarak daha konforlu, daha fazla kabul edilebilir, diğer hastalara kesinlikle tavsiye edilebilecek, tedavilerine pozitif etkisi olduğuna inandıkları, beklentilerini karşılayan bir yol olarak tarif edilse de, hastaların %76'sı yüz yüze görüşmeyi tercih ettiklerini belirtmişler ve katılımcıların tamamı tele-tıp uygulamalarının özel yaşamı riske attığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ek olarak %34 kadarı teknolojik zorluklarla karşılaşmıştır. Aynı anket soruları hemşirelere de sorulmuş ve benzer yanıtlar alınmıştır.

Sağlık çalışanları çeşitli çevrimiçi uygulamalar aracılığı ile hastanın verilerini izleyebilir, tedavi önerilerini yapabilir hastanın reçetesini yazabilirler. Ayrıca hastanın bilgileri çevrimiçi güvenli ortamlarda yedeklenebilir ve geriye dönük kolaylıkla gözden geçirilebilir. Bu veriler hasta ve sağlık çalışanlarına fayda sağlarken aynı zamanda gerekli izinlerin ardından bilimsel araştırmalar için de kullanılabilir. Bu bilgilere örnekler:

- Tedaviden önce hastanın kan basıncı, sıvı dengesi, vücut ağırlığı
- Tedavi sürecinde hastanın şikâyetleri, kan akışı, diyalizat akışı, saat başı arter basıncı veya kan basıncı, venöz basınç, transmembran basıncı ve nabızı
- Tedavi sonunda hastanın sıvı dengesi, kuru ağırlık durumu ve kan basıncı

Evde hemodiyaliz ve uzaktan erişim ile takip konusunda kısıtlamalar kısmen hastanın yaşadığı ev, bölge internet veya telefon şebekesinin alt yapısı ile, kısmen de hastanın ekonomik durumu ile ilişkili olabilir.

Ancak bir yandan da evde diyalize giren hastalarda yalnızlaşma duygusu, sosyal izolasyon ve tedavilerinde bir şeylerin eksik kalma duygusu gibi çekinceler de mevcuttur. Bu nedenle evde hemodiyaliz uygulamalarında sağlık profesyonelleri ile sık görüşme ve iletişimin gücü oldukça önemli görünmektedir.

Bu tedavilerde hasta deneyimi hastanın bakım kalitesinin sac ayaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Yeterli empati, iletişim ve hastanın ifadelerine, düşüncelerine saygı hastanın tedaviye daha fazla katılımını sağlayacaktır.

Online Hemodiyafiltrasyon

Hemodiyafiltrasyon hastanın kan volümünün %20 ve daha fazlasından diffüzyon ve konveksiyon yöntemi ile solüt klirensi sağlayan ve bir replasman sıvısı ile de sıvı dengesine destek olan bir uygulamadır. Çevrimiçi (online) hemodiyafiltrasyonda (OL-HDF), replasman sıvısı, diyalizatin bir dizi bakteri ve endotoksin tutucu filtreden çevrimiçi süzülmesiyle elde edilir. Klasik HD uygulamalarına göre çevrimiçi HDF ile tüm nedenlere bağlı ölümlerde (*all-cause mortality*) %30 azalma sağlandığı bildirilmiştir.

Birçok randomize kontrollü çalışma, çevrimiçi HDF'nin küçük solütleri uzaklaştırmada ve bazal fosfat ve paratiroid hormon düzeylerini azaltmada ve ayrıca inflamatuvar belirteçleri (CRP ve IL-6 gibi) azaltmada daha fazla etkinlik gösterdiğini belirtmiştir. Çevrimiçi HDF uygulamasının çocuklarda güvenilirliği ve etkinliği ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır ve dünyada kullanımı sınırlıdır.

2020 yılında yapılan bir çalışmada haftada bir veya iki kez eklenen çevrimiçi HDF seansları ile klasik HD'ye göre büyümenin daha iyi olduğu, aneminin daha az geliştiği, diyaliz seansı sırasında hipotansiyonun ve diyaliz sonrası yorgunluğun daha az sıklıkta olduğu ve haftalık Kt/V değerlerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Sonuçlar

Tele-tıp uygulamaları genel hatları ile hasta ve sağlık çalışanları açısından pozitif bulunmaktadır. Özellikle hasta ile merkez arasında uzak mesafe söz konusu olduğunda özgüven artırıcı, konforlu, iletişimi güçlendiren, hastanın takip ve yaşam kalitesini, yaşam beklentisini, tedavi uyumunu artıran bir uygulama olarak görünmektedir. Bununla birlikte mutlaka yüz yüze görüşme ile desteklenmelidir, yalnız başına uygulanması yeterli görünmemektedir. Bu uygulamaların sürdürülebilirliği hasta uyumunun iyi olmasına, telefon ve internet altyapısının yeterli ve güçlü olmasına bağlıdır.

KAYNAKLAR

1. Lew SQ, Wallace EL, Srivatana V, et al. Telehealth for Home Dialysis in COVID-19 and Beyond: A Perspective From the American Society of Nephrology COVID-19 Home Dialysis Subcommittee. *Am J Kidney Dis* 2021;77(1):142-148
2. Nygård HT, Nguyen L, Berg RC. Effect of remote patient monitoring for patients with chronic kidney disease who perform dialysis at home: a systematic review. *BMJ Open* 2022;12(12):e061772
3. Moist LM, Bragg-Gresham JL, Pisoni RL, et al. Travel time to dialysis as a predictor of health-related quality of life, adherence, and mortality: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis* 2008;51(4):641-650
4. Lai B, Shen L, Ye S, et al. Influence of continuity of care on self-management ability and quality of life in outpatient maintenance hemodialysis patients. *Ther Apher Dial* 2022;26(6):1166-1173

5. Marshall MR, Hawley CM, Kerr PG, Polkinghorne KR, Marshall RJ, Agar JW, et al. Home hemodialysis and mortality risk in Australian and New Zealand populations. *Am J Kidney Dis* 2011;58:782–93
6. Bakris GL, Burkart JM, Weinhandl ED, McCullough PA, Kraus MA. Intensive hemodialysis, blood pressure, and antihypertensive medication use. *Am J Kidney Dis* 2016;68(5S1):S15–23
7. Trinh E, Chan CT. Intensive home hemodialysis results in regression of left ventricular hypertrophy and better clinical outcomes. *Am J Nephrol* 2016;44:300–7.
8. McDonald SP, Marshall MR, Johnson DW, Polkinghorne KR. Relationship between dialysis modality and mortality. *J Am Soc Nephrol* 2009;20(1):155–63.
9. Juergensen E, Wuerth D, Finkelstein SH, Juergensen PH, Bekui A, Finkelstein FO. Hemodialysis and peritoneal dialysis: Patients'assessment of their satisfaction with therapy and the impact of the therapy on their lives *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006;1:1191–6.
10. Yerram P, Misra M. Home Dialysis in the coronavirus disease 2019 era. *Adv Chronic Kidney Dis* 2020;27(5):442–6.
11. Rostoker G, Issad B, Fessi H, Massy ZA. Why and how should we promote home dialysis for patients with end-stage kidney disease during and after the coronavirus 2019 Disease pandemic? A French perspective. *J Nephrol* 2021;34:985–9.
12. Scofano R, Monteiro A, Motta L. Evaluation of the experience with the use of telemedicine in a home dialysis program-a qualitative and quantitative study. *BMC Nephrol* 2022;23(1):190.
13. Liu N, Kim J, Jung Y, et al. Remote monitoring systems for chronic patients on home hemodialysis: field test of a copresence-enhanced design. *JMIR Hum Factors* 2017;4(3):e21.
14. Cherukuri S, Bajo M, Colussi G, Corciulo R, Fessi H, Ficheux M, Slon M, Weinhandl E, Borman N. Home hemodialysis treatment and outcomes: retrospective analysis of the Knowledge to Improve Home Dialysis Network in Europe (KIHDNEy) cohort. *BMC Nephrol* 2018;19(1):262.
15. Boyce MB, Browne JP, Greenhalgh J. The experiences of professionals with using information from patient-reported outcome measures to improve the quality of healthcare: a systematic review of qualitative research. *BMJ Qual Saf* 2014;23(6):508–18.
16. Lauffenburger JC, Shrank WH, Bitton A, et al. Association between patient-centered medical homes and adherence to chronic disease medications: a cohort study. *Ann Intern Med* 2017;166(2):81–8.
17. Canaud B, Vienken J, Ash S, Ward RA, on behalf of the Kidney Health Initiative HDF Workgroup. Hemodiafiltration to Address Unmet Medical Needs ESKD Patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2018;13:1435–43.
18. Canaud B, Bosc JY, Leray-Moragues H, Stec F, Argiles A, Leblanc M, Mion C. On-line haemodiafiltration. Safety and efficacy in long-term clinical practice. *Nephrol Dial Transplant* 2000;15(1):60–7.
19. Maduell F, Moreso F, Pons M, Ramos R, Mora-Macia J, Carreras J, Soler J, Torres F, Campistol JM, Martinez-Castelao A, et al. ESHOL study group: high-efficiency postdilution online hemodiafiltration reduces all-cause mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2013;24(3):487–97.
20. Pedrini LA, Cristofaro D. V, Comelli M, casino FG, Prencipe M, Baroni a, Campolo G, Manzoni C, coli L, Ruggiero P and others: long-term effects of high-efficiency on-line haemodiafiltration on uraemic toxicity. A multicentre prospective randomized study. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26(8):2617–24.
21. Penne EL, van der Weerd NC, van den Dorpel MA, Grooteman MP, Levesque R, Nube MJ, Bots ML, Blankestijn PJ, ter Wee PM, Investigators C. Short-term effects of online hemodiafiltration on phosphate control: a result from the randomized controlled convective transport study (CONTRAST). *Am J Kidney Dis* 2010;55(1):77–87.
22. Ibrahim, M.A.A., ElHakim, I.Z., Soliman, D. et al. Online hemodiafiltration use in children: a single center experience with a twist. *BMC Nephrol* 2020;21:306.

Bölüm 8-A

Telenefrolojinin Erişkin Periton Diyalizinde Kullanımı

Dr. Saliha YILDIRIM, Dr. Elif ARI BAKIR

Periton diyalizi, karın boşluğuna yerleştirilen özel bir kateter aracılığıyla periton boşluğuna verilen farklı yoğunluklardaki diyalizat sıvısı ile uygulanan ve periton zarının geçirgenlik özelliklerini kullanarak diyaliz sağlayan bir renal replasman tedavisi türüdür. 1959'da periton diyalizi (PD) ilk kez uzun süreli (>6 ay) başarıyla kullanılmış, 2 yıl içinde uzun vadeli bir sürekli ayaktan PD (SAPD) programı oluşturulmuş ve 3 yıl içinde ilk kez makine aracılığıyla aletli PD (APD) yapılmaya başlanmıştır.

Dünya çapında PD, hemodiyalizden daha az yaygın bir renal replasman tedavisi olarak göze çarpmaktadır. 2017'de yapılan 125 ülkeyi kapsayan bir anket çalışmasında, ülkelerin %75'inde PD erişilebilir bir replasman tedavisi türü iken, %96'sında hemodiyaliz tedavisinin ulaşılabilir bir seçenek olduğu görülmüştür. 2021 Türk Nefroloji Derneği Kayıt raporunda Türkiye'de insidan hastaların renal replasman tedavisi yönünden dağılımına bakıldığında PD oranı %10 olarak izlenmektedir. Merkez dışı diyalizin (ev hemodiyalizi veya PD) toplumsal maliyetleri genel olarak merkez içi hemodiyalize göre daha düşük olmasına rağmen, bu seçenekler genellikle yeterince kullanılmamaktadır.

Periton diyalizinin doğası gereği evde hasta ve/veya yakınları tarafından uygulanabilen bir renal replasman tedavisi oluşu, birçok fayda sağlamakla birlikte aynı zamanda bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorlukların en önemlisi hastanın hastane başvurularının az olmasından kaynaklanan tedavi uyum ve uygulama konusunda takibinin zorluğudur. Sağlık merkezinden ve hastanın medikal takibini üstlenen Nefroloji uzmanından uzakta ikamet eden hastaların periton diyalizini seçme olasılığı daha yüksektir. Bu durumun morbidite ve mortalite üzerine etkisini incelemek için 1990-2000 yılları arasında Kanada'da diyalize başlayan 26.775 hastada yapılan bir çalışmada uzakta yaşayan hastaların periton diyalizine başlama olasılığı, 50 km içinde ikamet edenlere göre daha yüksek olarak izlenmiştir. Periton diyalizine başlayan hastalar arasında ise, düzeltilmiş ölüm oranları Nefroloji uzmanından uzakta yaşayanlarda anlamlı derecede daha yüksek görülmüştür. Çin popülasyonunda da benzer veriler mevcuttur. Bu durum, belki de Nefroloji pratiğinde periton diyalizinin teletıp uygulamaları konusunda diğer alanlara göre daha hızlı gelişmesine sebebiyet vermiş olabilir. Özellikle kırsal alanda yaşayan ve her zaman doktor erişimi olmayan hastalarda teletıbbın yukarıda klinik çalışmalarla örneklendirilmiş bu mortalite ve morbidite artışını en aza indirmek için belirgin faydası olabilir. Literatürde bunu destekler nitelikte veriler mevcuttur.

Nefroloji uzmanları ile böbrek hastalarının yaşadığı coğrafi konumlar arasında giderek artan bir tutarsızlık mevcuttur. Telenefroloji mesafeleri aşabilir ve medikal imkânlardan uzakta yaşamını sürdüren kişilere renal bakım ve eğitim sağlayabilir. Bu sistemler, klinik video konferans yoluyla doğrudan hekim-hasta ilişkisini içeren senkron yöntemleri veya yerel hekimlerle koordineli çalışmayı mümkün kılan elektronik konsültasyon ve video telesağlık gibi asenkron yöntemleri içerebilir. Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nın, son 2 yıldır, yerel hekimlerle koordineli çalışmayı mümkün hâle getiren elektronik konsültasyon sistemini oluşturma çalışmaları olduğu bilinmektedir.

Teletıbbın Periton Diyalizinde Kullanımı

Periton diyalizinde teletıp kullanımının ilk örneklerinden biri Nakamoto ve arkadaşlarının APD kullanan yaşlı ve engelli hastaları izlemek için geliştirdiği teletıp sistemidir. APD sistemi veri toplama, taşıma ve görüşme aşamalarından oluşmakta, APD makinesine ek bir kan basıncı kaydedici, bir tartı sistemi, bir dijital kamera, televizyon ve bunlara eklenmiş bir bilgisayar içermektedir. Sistem tarafından toplanan tüm veriler gerçek zamanlı olarak doğrudan hastayı takip eden hekime gönderilir. Ayrıca, uzaktan erişimi olan sağlık personelinin APD programını (doz ve süre) değiştirme yetkisi mevcuttur. Çalışma sonucunda özellikli popülasyonların bu yaklaşımdan fayda görebileceği yorumu yapılmıştır. Ancak hastaların açma ve kapama düğmelerine yanlışlıkla basmak gibi basit hatalardan kaynaklanan sorunlarla karşılaşıldığı belirtilmiş; bağlantı hataları ve internet erişimi kaynaklı problemler başlıca kısıtlamaları oluşturmuştur. Aynı ekip bu çalışmadan 3 yıl sonra SAPD hastaları için cep telefonu ve internet tabanlı bir sistem kullanarak taşınabilir bir teletıp sistemi geliştirmiş, SAPD hastalarının tüm verileri (kan basıncı, kalp atım hızı, vücut ağırlığı, ultrafiltrasyon hacmi ve idrar hacmi) toplanarak doğrudan cep telefonuyla bir veri sunucusuna gönderilmiştir. Cep telefonuyla toplanan tüm verilerin gerçek zamanlı olarak internet üzerinden doğrudan tedaviyi yapan tıbbi ekibe iletimi sağlanmış, acil müdahale gerektiren durumlar için de bir alarm sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemin önemli bir özelliği de sadece tıbbi ekibin hasta verilerine erişmesini değil, hastanın da sağlık personeli ve hekime erişiminin sağlanmasıdır. Her hasta için 3,00 ABD dolarının altında bir ek harcamayla kullanılabilen sistem tüm dünyada kullanılabilecek yaygınlığa ulaşmasa da diğer çalışmaların önünü açmıştır.

Gallar ve arkadaşlarının 2003-2005 yılları arasında 19 insidan/prevalan PD hastasında teletıp kullanımını değerlendirmek üzere yaptığı çalışmada 7 ± 4 aylık takip süresi mevcuttur. Katılımcıların ortalama yaşının 44 ± 8 yıl olduğu bu çalışma, Nakamura ve arkadaşlarının çalışmasına göre daha genç bir hasta popülasyonu seçmesi ile önceki çalışmadan ayrılmaktadır. Sistem hastanın evine kurulan bir video konferans ekipmanı ve entegre kameranın hastanın televizyon sistemine bağlanması ve hastanede kullanılan bir video konferans kartı ile hastanın kamerasını uzaktan kontrol etmeye de izin veren bir bilgisayar uygulaması içermektedir. Hastaların tamamı, video konferans sistemi ile yapılan hekim-hasta görüşmesinin, hastanede yüz yüze yapılan görüşme ile eşit etkinlikte olduğunu ifade etmiştir. Sadece 4 hasta hastane vizitini tercih etmiştir. Hastaların uzaktan muayene ile PD kateter çıkış yeri muayenesi yapılmış, takiplerinde herhangi bir sorun yaşanmamıştır. Çalışma, telenefrolojinin hasta ve sağlık personeline zaman kazandırdığını, hastane fiziksel yoğunluğunu azalttığını göstermiştir. Sistemin kullanımındaki en büyük engel katılımcıların bilgisayar okuryazarlığı olmuş ve yaşça daha genç olan hastaların sisteme daha iyi uyum sağladığı belirtilmiştir.

Nayak ve arkadaşları tarafından 2013 yılında PD'yi daha erişilebilir kılmayı ve hastalara destek olmayı amaçlayan bir tablet bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Kökeni 2006'lara dayanan ve hastalara PD değişiminin her adımında ne yapmaları gerektiğini göstermek için görsel-işitsel tasvirlerden yararlanarak hasta eğitimini (1 saatlik 4 seans, toplam 4 gün) hedefleyen sistem; verilen eğitim süresini azaltırken, hastanın PD'yi uygun teknikle yapmasını sağlamıştır. Ayrıca, PD değişimiyle ilgili ayrıntıları (zaman, hacim, dekstroz yüzdesi ve diğer değişkenler) kaydederken, video kaydetme ve resim çekme yeteneği sayesinde sağlık hizmeti sunucuları ile çevrimiçi gerçek zamanlı etkileşime izin vermiştir.

Bu konuda yapılan en geniş çalışma Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan 6343 hastalık araştırmadır. 2020 yılında yayınlanan çalışma retrospektif olup PD sağlayıcı firmasının (Fresenius Medical Care) 2016 yılında ABD'de kullanıma açtığı "PatientHub" adlı sistemi kullanmıştır. "PatientHub", internet erişimi olan tüm PD hastalarına sunulan bir sağlık kaydı sağlama teknolojisidir. Güvenli bir kişisel internet sitesi portalı veya bir mobil cihaz uygulaması aracılığıyla kullanılabilen sistem hastaların kişisel bir profil oluşturması sonrası günlük PD tedavisi verileri, tedavi tarihi, ultrafiltrasyon miktarı, diyalizat tipi, torba boyutu ve kullanılan torba sayı-

sı, diyalizata eklenen ilaçlar ve gerçekleştirilen manuel değişimlerin ayrıntılarını içermektedir. Bunun yanında vücut ağırlığı, kan basıncı, nabız, kan şekeri, vücut ısısı ve rutin çıkış yeri bakımını da kayıt altına almaktadır. Elektronik kayıt hâline getirilen veriler sağlık bakımı verilen ekibe iletilerek klinisyen tarafından günlük kontrol gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Sistem, diyaliz istemlerini, laboratuvar sonuçlarını, birlikte verilen ilaçları, malzeme siparişlerini, günlük PD tedavi verilerini, hastanın vital bulgularını kayıt altına alıp, komplikasyonların erken olarak saptanmasını sağlayabilmektedir. Çalışma, teletıp kullanımı ile hastaların daha az hastaneye yatış gerektiren sorunlar yaşadığını, daha kısa hastanede kaldığını ve daha düşük teknik başarısızlık oranları gözleendiğini göstermiştir. Bu sistem hâlen Amerika’da erişebilir olsa da sistemin Türkiye dahil diğer ülkelerde erişimi yoktur.

Türkiye’de PD hastalarının takibinde rutin poliklinik kontrolleri yapılmakta; ek olarak hastaların takipli olduğu merkezin sağlık ekibine 7/24 ulaşabildiği bir telefon hattı hizmeti sunulmaktadır. “Homechoice Claria APD sistemi” ve “Sharesource” uzaktan hasta yönetimi platformu, özellikle PD hasta takibi için tasarlanmış ve “Baxter” firması tarafından Türkiye’ye getirilmiş bir sistemdir. Sistemin amacı, hasta ve klinik verilerinin otomatik olarak toplanmasını sağlamak ve sağlık hizmeti sunucuları tarafından kolayca erişilebilen ve görüntülenebilen bir hasta raporu hâline getirerek hastalara ve kliniklere zaman kazandırmaktır. Ultrafiltrasyon miktarı, PD seans süresi, sistem hataları gibi PD tedavisinin tüm aşamaları uzaktan takip edilebilmekte ve hastayı takip eden hekimin tedaviyi uzaktan düzenlemesine izin vermektedir. Birden çok dilde kullanım avantajı da olan sistem iki satırlı bir OLED ekran içermektedir. Kullanım açısından basit ve kolay olması ve uzaktan tedavi düzenlenmesine izin veriyorsa olması hem APD hastaları açısından hem sağlık ekibi açısından birçok avantaj sağlamaktadır.

Teletıp ve PD konusunu kapsayan çalışmaların çoğu uzaktan hasta izleme çalışmalarıdır. Yapılan çalışmaların çoğunun ortak sonucu PD bakımına eklenen teletıp müdahalelerinin, hastaların hemodiyalize geçiş oranını azalttığı, hastanede kalış oranını ve süresini azalttığı yönündedir. Ayrıca bu çalışmalardan edinilen sonuçlar, hastaların hastane başvurularını azaltmış ve hasta memnuniyetini artırmıştır. Teletıp kullanımındaki kısıtlamaların çoğu ise kişilerin teknoloji erişimi ve teknoloji okuryazarlığı ile ilgili problemlerden oluşmaktadır.

PD hastasına odaklanan ideal bir teletıp yaklaşımının optimal kullanımı için gereken koşullar Tablo 1’de özetlenmiştir. Bu koşulların yanında, teletıp sisteminin gerçek zamanlı olması ve hızlı çift taraflı iletişime imkân sağlaması önemlidir. Ancak, bu hizmet, PD hastalarına 7/24 koşulsuz sağlık desteği sağlarken, sağlık hizmeti sunucusu olan hekimin ve diğer sağlık personelinin özlük haklarını da korumalıdır. Aksi takdirde verimli bir sürecin işlemesi mümkün değildir.

Tablo 1: Teletıbbın periton diyalizinde optimal kullanımı için gereken koşullar

1. Hastanın hastane bağımlılığını azaltırken, tıbbi yardım alabilirliğini artırmak
2. Tedavileri izlemek için tedavi değişkenlerinin otomatik olarak toplanması ve bu verilerin analiz edilmesi becerisi
3. Hastaların doğru ve etkin PD yapabilmeleri için periyodik olarak canlı ve/veya video üzerinden eğitim içeriği sağlamak
4. Peritonit ve çıkış yeri enfeksiyon oranları, volüm durumu ve kan basıncı kontrolü gibi sonuçları iyileştirme ve hastane başvurularını azaltma; bunun için de doldurma/boşaltma hacimleri, doldurma /boşaltma süreleri, tedavi bekleme süresi, değişim sayısı, diyaliz reçetesi, kan basıncı, nabız, oksijen durumu, hasta kilosu, semptomlar, alarmlar ve alarmlara hasta yanıtı gibi verilere erişim
5. Hastanın eğitilmiş profesyonellerin tedaviyi yakından izlediğine ve yardım için hazır olduklarına dair güvenini artırarak psikososyal iyiliğini ve tedaviye güvenini desteklemek
6. Maliyet etkinliği
7. Taşınabilirlik
8. Güvenli bir depolama ve veri aktarım ağı oluşturarak hastaların kişisel bilgilerini koruyabilmek
9. Hizmeti sunan sağlık ekibine uygun çalışma koşullarının sağlanması
10. Hizmeti sunan sağlık ekibinin özlük haklarının korunması

Sonuç

Ev tedavilerinden biri olan periton diyalizi, diğer nefrolojik hasta gruplarına kıyasla teknolojinin daha aktif olarak kullanıldığı bir platform olarak düşünülebilir. PD hastalarının, HD hastalarına göre hastaneye daha az sıklıkta başvurması, bu hasta grubunda teletıbbın daha önemli hâle gelmesine sebep olmaktadır. PD yeterliliği, tedavi etkinliği, hasta uyumu gibi durumları değerlendirmek amaçlı internet tabanlı teletıp sistemleri bulunmakta ve hâlen bir kısmı aktif olarak kullanılmaktadır. Telenefroloji hasta merkezli olmasına rağmen, klinik etkinliğini ve maliyet etkinliğini titizlikle test etmek için çalışmalara ihtiyaç vardır. Teknolojinin gelişmesi ile paralel artan hasta talebi, telenefroloji alanını genişletmeye devam edecektir. Yukarıda da ifade ettiğimiz gibi, PD hastalarına 7/24 koşulsuz sağlık desteği sağlayan bu sistem, sağlık hizmeti sunucusu olan hekimlerin ve diğer sağlık personelinin özlük haklarını ve çalışma haklarını da korumalıdır. Aksi takdirde verimli bir sürecin işlemesi mümkün değildir.

Aynı zamanda teletıp uygulamalarının tüm Türkiye’de aynı etkinlikte olabilmesi ve standardizasyonu için atılacak adımlar önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Blagg, CR. The early history of dialysis for chronic renal failure in the United States: a view from Seattle. *Am J Kidney Dis.* 2007;49:482–496.
2. Türkiye’de Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon, Registry 2021. https://nefroloji.org.tr/uploads/files/REGISTRY_2022.PDF (Erişim Tarihi 16.05.2023).
3. Klarenbach SW, Tonelli M, Chui B, Manns BJ. Economic evaluation of dialysis therapies. *Nat Rev Nephrol.* 2014;10(11):644–652.
4. Lew SQ, Sikka N, Thompson C, Magnus M. Impact of remote biometric monitoring on cost and hospitalization outcomes in peritoneal dialysis. *J Telemed Telecare.* 2019;25(10):581–586.
5. Karopadi AN, Antony S, Subhramanyam SV, Nayak KS. Remote monitoring of peritoneal dialysis: Why? Where? How? *Hong Kong J Nephrol* 2013;15(1):6–13.
6. Struijk DG. e-Health: remote health care models in peritoneal dialysis. *Contrib Nephrol.* 2012; 178:74–78.
7. Gallar P, Gutierrez M, Ortega O, Rodriguez I, Oliet A, Herrero JC, et al. Telemedicine and follow up of peritoneal dialysis patients. *Nefrologia* 2006; 26:365–371.
8. Nakamoto H. Telemedicine system for patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 2007; 27(Suppl 2):S21–27.
9. Chaudhuri S, Han H, Muchiutti C, Ryter J, Reviriego-Mendoza M, Maddux D, et al. Remote treatment monitoring on hospitalization and technique failure rates in peritoneal dialysis patients. *Kidney360.* 2020;1(3):191–202.
10. Magnus M, Sikka N, Cherian T, Lew SQ. Satisfaction and improvements in peritoneal Dialysis outcomes associated with telehealth. *Appl Clin Inform.* 2017;8(1):214–225.

Bölüm 8-B

Telenefrolojinin Çocuklarda Periton Diyalizinde Kullanımı

Dr. Özde Nisa TÜRKKAN

Çocuklarda kronik periton diyalizi (PD) adölesan hastalarda kendileri tarafından uygulanabilse de çoğu zaman bakım sağlayıcıları tarafından yapılmaktadır. Kronik hasta olan bir çocuğun bakımı; bakım sağlayıcılarına günlük ev işleri, çalışma koşulları, diğer çocuklar ve küçük bebeklerin bakımı gibi uğraşılara ek olarak önemli bir bakım yükü getirebilmektedir (1). Hastaların ve bakım sağlayıcılarının bu yükü taşıyabilmeleri için mutlaka desteğe ihtiyaçları vardır. PD yapan hastaların ev ziyaretleriyle desteklenmesinin hastalarda uyumu artırdığı ve peritonit oranlarını azalttığı gösterilmiştir (2). Çocuklar büyüme gelişmesi devam ederek gelişen bir psikososyal ortamda yer almaktadır. Ev ziyareti gibi teletıp görüşmeleri; ailenin genel durumunu, yaşayışını, yaşadıkları ortamı, hastanın yaşadığı ortam ve ailesiyle olan ilişkilerini görmek açısından oldukça kullanışlıdır (3). Teletıp ile evde çevrimiçi görüşmeler, hastaneyi ağırlı prosedürlerle ilişkilendirebilen küçük çocuklar için de rahatlatıcı olabilir.

Periton diyalizinde hastaların uygulamasını kolaylaştırmak, rutinlerinde yaptıkları hataları düzeltebilmek adına teletıp görüşmeleri yapılabilir. Bu şekilde ailelerin tedaviye uyumunun artması sağlanır, hastaların takipleri ve hata yapma sıklıkları azaltılabilir. Edefonti ve arkadaşları 4 çocuk hastada telenefroloji uygulamalarının 1. ve 4. aylarını karşılaştırdıklarında teknik aksaklıklara bağlı kısaltılmış tedavi sayısının 4. ayda önemli ölçüde azaldığını, teknik müdahalelerle bekleme süresi/toplam tedavi süresi oranının arttığını gözlemlediler. Ayrıca bir ailenin tedaviye uyumsuz olduğunu tespit ettiler (4).

1996 yılında başlayan periton diyalizinde telenefroloji uygulamaları çeşitli tele ya da videokonferans sistemleri ile ayrı cihazlar gerektirmekteyken teknolojinin ilerlemesiyle sadece telefon ya da bilgisayar üzerinden yapılabilmektedir (5-7). Bu nedenle eski çalışmalarda telenefroloji yöntemleri hastane vizitlerinden daha yüksek maliyetli gözükmekteydi (7). Fakat son yapılan çalışmalarda teletıp görüşmelerinin aileler için maliyet giderlerini azalttığı gösterilmiştir (8-10). Hindistan'da toplam 109 pediatrik nefroloji hastasının katıldığı, 266 teletıp görüşmesi yapılan çalışmada 6 aylık takipte yaklaşık 160.000₺ tasarruf etti. Ortalama maliyet tasarrufu ziyaret başına yaklaşık 550₺ oldu. Hastalar aile gelirinin %4,99'unu kurtardı. Ziyaret başına yapılan en yüksek harcama gıda ve ulaşım için yapıldı (9).

Önerilen bu faydalara rağmen; teknolojik engeller, hizmet sağlayıcı ve hasta/bakıcı kaygıları, mali engeller, sertifika ve lisanslama engelleri, yasal kaygılar ve ortak dil eksikliği nedeniyle teletıp hizmetlerinin rutin uygulamada benimsenmesi yavaş olmuştur (3). COVID-19 pandemisinin teletıp hizmetlerinin gerekliliğini doğurmasıyla hastalar ve sağlık çalışanları için daha olağan bir durum hâline gelmiştir. Pediatrik PD hastaları ve aileleri için hastaneye seyahat süresi, maliyeti ile okul ve işe devamsızlığı azaltmak gibi birçok fayda sağlamıştır.

PD alan hastalarda telenefroloji uygulamalarına ilişkin literatürdeki çalışmalar sayıca oldukça azdır. Bu nedenle pediatrik hastalar için yapacağımız önerilerimizin bir kısmı erişkin PD hastaları ile olan deneyimlerden ileri gelmektedir.

Hastaların ve PD Ekip Üyelerinin Telenefrolojiye Bakışı

Çocuk Hastanesi Derneği'nin Pediatrik Son Dönem Böbrek Hastalığında Sonuçları İyileştirmeye Yönelik Standart Bakım (SCOPE) İşbirliği tarafından PD uygulanan çocuk hastaların ailelerine ve PD uygulayan merkezlerdeki ekip üyelerine (çocuk nefroloğu, periton diyaliz hemşiresi, diyetisyen, pedagog/sosyal hizmet uzmanı) telenefroloji hizmetleri ile ilgili anket yapılmıştır (3).

Periton diyalizi uygulayan merkezlerdeki ekip üyelerinin çoğunluğu (%64) teletıp ile zaman verimliliğinin, yüz yüze ziyaretlere kıyasla daha iyi veya çok daha iyi olduğunu hissettiğini belirtti. Ekip üyeleri tarafından teletıp görüşmelerinin; evi gözlemleyebilme olanağı sağlaması, aile merkezli olması, tüm ekip üyelerinin aileyle bir arada görüşebilmesi ve ilaçları daha somut gözden geçirebilmesi faydalı bulundu. Zorlukları sorulduğunda ise ilk 3 yanıt yetersiz/fiziksel muayenenin yapılmaması, hasta/ailesiyle yüz yüze ziyaret edilememesi ve PD kateter çıkış yeri muayenesinin yetersiz/eksikliği oldu.

Her ne kadar ankete yanıt veren bakım sağlayıcılar teletıp görüşmelerinin çocuklarının ihtiyaçlarının yüz yüze görüşmeye benzer bir şekilde karşıladığını düşünmelerine rağmen yalnızca %51'inin gelecekte ek teletıp görüşmesi istemesi dikkat çekti. İstemeyenlerin tümü, teletıp görüşmelerinin, yüzyüze görüşmeyle aynı veya kıyasla daha kötü olduğunu hissetti. Buna karşılık, yanıt verenlerin %42'si çocuk PD hastalarına teletıp yapılması gerektiğini düşünüyordu. Bakım sağlayıcılara teletıp görüşmelerinin yararları sorulduğunda en çok verilen yanıtlar arasında seyahat olmaması, muayenenin daha az zaman alması, diğer çocuklara bakmanın daha kolay olması, hasta için daha rahat olması ve işten izin alınmasına gerek olmaması yer alıyor. Zorlukları sorulduğunda en sık verilen yanıtlar, uygulamalı fizik muayenenin olmaması, diyaliz ekibi üyeleriyle yüz yüze görüşülememesi ve diğer çocukların ihtiyaçları olduğunda görüşmeye odaklanmanın zor olmasıydı.

Hem PD ekip üyeleri hem de bakım sağlayıcılar için teletıp görüşmelerinin ideal sıklığı, aylık olarak yüz yüze ziyaretlerle dönüşümlü olması yönündeydi. Fiziksel muayenenin yapılmaması önemli bir olumsuz yön olarak kabul edildi. Yüz yüze görüşmemenin iki grup için de büyük bir zorluk olduğu görüldü.

Periton Diyalizinde Uzaktan Yönetim

Aletli periton diyalizinde tıp profesyonellerinin hastanın diyaliz bilgilerini uzaktan izleyebileceği çevrimiçi bir platform kullanılmaktadır. Hastaların %80'ini bu teknolojiyle uzaktan izlenen merkezler mevcuttur (11). Bu sistem, kan basıncı ve ultrafiltrasyon gibi PD ile ilgili parametrelerin aktif olarak izlenmesine ve PD reçetesinin uzaktan ayarlanmasına olanak tanır. Uzaktan yönetilen PD ile hasta ve bakım sağlayıcılarının sürekli gözlem altında oldukları için kendilerini güvende hissetmesini sağlar ve evde kayıt tutma zorunluluğunu ortadan kaldırır. Uygulayan hekimler içinse bu sistem daha iyi hasta takip potansiyeline sahiptir. Hastaların uzaktan yönetim ile ihtiyaçlarına göre diyaliz reçetesi değişimleri uyguladıklarında yaşam kalitelerinin de arttığı görüldü (12).

Uzaktan yönetim ile aletli periton diyalizi yapan 7 pediatrik hastada yapılan prospektif çalışmada daha az plansız hastaneye yatışı ve olan yatışlarda da hastanede kalış süresinin daha kısa olduğu görüldü. Genel plansız hastaneye yatış oranı ve kalış süreleri sırasıyla %45 ve %42 oranında azaldı. Uzaktan denetimli periton diyalizi sonrasında günlük ultrafiltrasyonda önemli bir artış ve sistolik ve diyastolik kan basıncında da bir azalma eğilimi vardı. Fakat kullanılan antihipertansiflerin sayısı farklı değildi. Öncesi ve sonrası dönemlerde klinik ziyaret sayısı, ayrıca Kt/V, hemoglobinin, kalsiyum, iki dönemdeki fosfat ve paratiroid hormon düzeyleri arasında hiçbir fark yoktu (13).

Uzun Kenan ve ark. 1 yıllık uzaktan yönetimli PD deneyimi sonrası yapmış oldukları ankette hekimlerin tamamının ve hemşirelerin çoğunun (%87) PD tekniğine bağlı sorunları saptamak için çevrimiçi, objektif ve güve-

nilir klinik veriler sağladığı konusunda aynı görüşü dile getirdi (12). Hekimlerin %68'i uzaktan yönetimli PD'nin sık ziyaretleri azaltarak hem hastalar hem de sağlık çalışanları için zaman tasarrufu sağlayabileceğini üstelik ailenin ve sağlık sisteminin mali yükünü etkilemeyeceğini düşünüyordu. Hastaların hastaneye başvuru sıklığının azaldığı bildirildi. Uzaktan yönetimli aletli PD kullanımıyla bakım sağlayıcılarının %70'inin uyku kalitesi iyileşti ve hastaların gece uyanma sıklığında anlamlı düzeyde azalma (%83) görüldü.

Periton Diyalizinde Telenefrolojinin Yasal Sorumluluklar

Aletli periton diyalizinde makinanın bulut yöntemi üzerinden verileri hekim ya da sağlık personeli ile paylaşması sayesinde hastaların periton diyalizi uygulamaları uzaktan takip edilebilmektedir. Çevrimiçi görüşmelerin yanı sıra uzaktan takip sistemleri oldukça gelecek vaat etse de; en büyük sorun makinanın verileri buluta yüklemesi, bulutta saklanması ve hekime ya da sağlık personeline aktarılması sırasında hastaya ait olan verilerin gizliliğinin korunmasıdır. Uzaktan sağlık hizmeti sunumunda hasta mahremiyetinin ve kişisel verilerinin korunmasından hizmeti veren sağlık tesisi ve sağlık meslek mensubu sorumludur. Veri sorumlusu ve veri işleyen sıfatlarını haiz kişiler; uzaktan sağlık hizmetleri aracılığıyla elde ettikleri kişisel verileri 24/3/2016 tarihli ve 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve ilgili mevzuatına uygun bir şekilde işler, bu verilerin güvenliğini sağlamaya yönelik her türlü teknik ve idari tedbiri alır ve ilgili kişilere karşı aydınlatma yükümlülüklerini yerine getirirler. Bu nedenle eş zamanlı uzaktan takip sistemleri ülkemizde uygulanamamaktadır. Fakat kartlı sistem ile eş zamanlı olmasa da hastanın kontrolleri sırasında teknik aksaklıklar ve hasta uyumu değerlendirilebilmektedir.

Çocuk Periton Diyalizinde Teletıp Uygulamaları Nasıl Olmalıdır?

Amerikan Nefroloji Derneği'nin Covid-19 sırasındaki ev diyalizindeki teletıp hizmetlerinin sağlık personeli ve hastalar gözüyle daha faydalı olabilmesi için bazı önerilerde bulunmuşlardır (14). Buna göre yapılan bir teletıp görüşmesinde olması gerekenler; öncelikle yüksek çözünürlüklü bir kamera ve eşlik eden ses sistemi ve güvenli bir ağ bağlantısıdır. Laboratuvar sonuçlarının eş zamanlı görebilebileceği, görüşme sırasında değerlendirmeye ait notların yazılabileceği ve ilaç reçete edilebileceği bir elektronik sistem gerekmektedir. Daha etkin bir değerlendirme gerçekleştirilebilmek için kamera ve sistem aynı zamanda periton diyaliz ekibi (çocuk nefroloğu, periton diyaliz hemşiresi, diyetisyen, pedagoğ/sosyal hizmet uzmanı) üyeleri içerisinde de değişiklik yapabilmelidir.

Görüşmeye başlamadan önce Sağlık Bakanlığının uzaktan sağlık hizmetlerinin sunumu hakkında yönetmeliğin üçüncü bölümünde belirtildiği üzere hasta bilgilendirilmeli ve kimliği doğrulanmalıdır.

Teletıp görüşmesi sırasında görüşmeyi yapanın "mevcut" kalmayı öğrenmesi gerekir. Aynı odada olduklarında ekip üyesi başka bir yere baksa da veya kısa bir mesafe uzaklaşsa da, hasta onun yine de orada olduğunu hisseder (15). Oysa ekip üyesi ekranda görünürken başka tarafa baktığında hasta, onun artık orada olmadığını düşünebilir. Bunu önlemek için, hasta ile ilgili bilgileri görüşmeden önce mutlaka gözden geçirmek gereklidir (16). Periton diyaliz hemşiresi sistemi başlattıktan sonra; hastanın kullandığı ilaç listesini güncellemeli, diyaliz reçetesini sormalı, ayrıca vital bulguları ile birlikte laboratuvar sonuçlarını ve periton diyalizi takip defterinden gereken bilgileri almalıdır. Teletıp ile hasta takibinde uzaktan kontrollü periton diyalizi oldukça yararlıdır. Periton diyaliz takip çizelgesinden hastanın diyaliz süreleri, duraksamalar, alarmlar ve ultrafiltrasyon bilgileri alınmalıdır. Böylece hastaların tedaviye uyumu da değerlendirilebilmektedirler.

Her muayenede boy kilo ve tansiyon ölçümleri yapılmalıdır. Boya ve kiloya göre persentiller bakılmalı, hastanın yıllık boy uzamasına ve önceki kontrolüne göre kilo alımına dikkat edilmelidir. Büyümenin ve volüm yükünün değerlendirilmesi çocuklarda periton diyalizinde hassasiyet gerektirmektedir. Boy ve kilo gibi biyometrik ölçümler uygun ekipmanla ve şartlarda doğru bir şekilde yapılmalıdır. Sosyoekonomik ve sosyokültürel düzeyi düşük olan ailelerde bu ölçümleri yapmakta sıkıntılar olabilmektedir (3). Görüşme sırasında bir bakım sağlayıcı, anne, baba ya da bir hemşire ölçümleri yapabilir, vital bulguları değerlendirebilir ve fizik muayene yapabilir.

Bakım planlarını ve değerlendirmelerini yaparak değişiklikler sağlayabilir ve ihtiyaç durumunda tercümanlık yapabilir.

Periton diyaliz ekibinin diğer üyeleri değerlendirmelerini ve danışmanlıklarını normal aylık çocuk nefroloji muayenelerinden ayrı olarak yapabilirler. Özellikle diyetisyenler teletıp platformlarında hastaları başarılı bir şekilde takip edebilmektedirler (17). Sosyal hizmetler uzmanı ya da pedagog; hastaları duygusal stres, bakım sağlayıcının tükenmişliği, sağlık hizmetlerine ulaşımında zorluk ve periton diyalizini günlük hayatlarına olan yükü konusunda hastayla ve bakım sağlayıcılarıyla görüşmeler sağlayabilirler.

Hastalar tekrarlayan teletıp görüşmeleriyle beraber zaman içerisinde tecrübe kazandıklarında diğer sağlık personelleri de konsültasyon için çağırmak mümkün olabilir. Böylece hastaların bakım, ulaşım masraflarını ve zaman harcamalarını kısıtlayabiliriz. Örneğin periton diyaliz kateterinde bir problemi olan hasta periton diyaliz hemşiresi ile veya cerrahla uzaktan görüşerek durumla ilgili kaygılarını giderebilir. Ayrıca görüşmelere çocuk nefroloji yan dal eğitimi alan hekimler de katılarak onların da eğitimine katkıda bulunulabilir.

Tüm görüşmeler hastaların önerileri doğru anlayıp anlamadığını değerlendirmek ve olası yanlış anlamaları ortadan kaldırmak için uygun sorular sorarak veya anlatılanları tekrar ettirerek sonlandırılmalıdır (16).

Dokunmadan Muayene

Teletıp görüşmelerinde uzaktan muayene klinisyenin tecrübesiyle orantılı olarak dokunmadan yapılmaktadır. Hastanın genel durumu değerlendirildikten, akut bir hastalık varlığı gözlemlendikten sonra genel olarak sistemler sorgulanmalı ve muayene edilmelidir. Hastada acil olabilecek bir durum saptandığında hastanın sağlık kuruluşuna başvurusu önerilmelidir.

Dokunmadan muayenede skleralar, periorbital ödem, düşük göz kapakları, dişler ve ağız içi değerlendirilmelidir. Hastada bir elektronik stetoskop olması durumunda hastanın akciğer ve kalp sesleri eş zamanlı olarak hekim tarafından dinlenebilir. Tatmin edici bir elektronik stetoskobun yokluğu kalp, akciğer ve karın seslerinin algılanmasını sınırlar. İnterkostal çekilmeler, kussmaul solunumu, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, solunum sıkıntısı olup olmadığı değerlendirilmelidir. Hastanın ya da bakım sağlayıcının karnına bastırmasıyla hassasiyet olup olmadığı gözlenmeli, kabızlık ve dolum sırasında ağrı varlığı sorulmalıdır. İnguinal herni açısından kasıkta şişlik gibi dolum sırasında ek şikâyetlere bakılmalı ve görüşme sırasında görülemiyorsa video/fotoğraf gibi ek görüntüler istenmelidir. Herhangi bir kas ağrısı, eklem şişliği, elektrolit imbalansına işaret edebilecek kas krampları ve ödem olup olmadığı sorgulanmalıdır. Nörolojik olarak hastanın alert olup olmadığı, hareketlerinde herhangi bir zayıflık, hipotoni varlığı, hastanın yürüyüş bozuklukları, kemik deformiteleri, raşitizm bulguları gözlenmelidir. Hematolojik olarak kanama ya da morlukların varlığı değerlendirilmelidir.

Periton diyaliz sıvısında bulanıklık varlığı sorulmalı ve ev ortamında olmanın verdiği avantajla periton diyaliz sıvısının rengine bakılmalıdır. Çıkış yerinde herhangi bir kabuklanma, hassasiyet, akıntı ya da kızarıklık olup olmadığı gözlenmelidir. Çıkış yerine elektronik bir fotoğraf ya da eş zamanlı gözlemlenmelidir. Çıkış yerini doğru değerlendirmek için mutlaka yüksek çözünürlüklü bir kameraya ihtiyaç vardır. Hastanın volüm yükü; tartı, kan basıncı, ultrafiltrasyon miktarı ve bakım sağlayıcı tarafından yapılan fizik muayenede ödem varlığı ile değerlendirilebilir.

Aile ve çocuğun psikolojik durumuna dair genel bir değerlendirme yapılmalıdır. Teletıp görüşmelerinde ele alınması gereken zorluklardan biri de çocuğun mahremiyetinin korunamamasıdır. Muayene sırasında ebeveynler olmadan sorgulanması gereken sorunlar ve intihar düşüncesi olabilecek adolesan hastalar için birebir görüşme daha uygundur. Ayrıca bakım sağlayıcının endişelerini gidermek, çocuğun yanında paylaşmak istemediği durumlar için de birebir görüşmek gerekli olabilir.

Hangi hastaları mutlaka yüz yüze değerlendirmeliyiz?

Hasta;

- son bir ay içerisinde peritonit geçirmişse,
- son bir ay içerisinde hastane yatışı veya acil başvurusu olmuşsa,
- son bir ay içerisinde diyalize başlanmışsa,
- teletıp görüşmesi yapmak için yeterli teknolojiye sahip değilse,
- yeni semptom veya bulgular varsa,
- çıkış yeri kaynaklı sorunları varsa,
- eritropoezis stimulan ajanları evde uygulayamıyorsa,
- diyalize veya önerilen reçeteye uyumu azsa,
- kontrolsüz hipertansiyon veya belirgin hipotansiyonu varsa,
- PD reçete değişikliği yapılmasına rağmen sıvı imbalansı tarifliyorsa,
- önceki semptomlarının kötüleştiğini belirtiyorsa,
- hasta ya da bakım sağlayıcısı sosyal izolasyon, ağır depresyon veya anksiyete tarifliyorsa,

hastaların yüz yüze değerlendirmesi uygundur. Hastalara yüz yüze muayene öncesi PD hemşiresi, sosyal hizmet uzmanı, pedagoğ, diyetisyen veya çocuk nefroloğu tarafından ön değerlendirme yapılabilir.

Mobil Uygulamalar ve İnternet Siteleri

Hastaların ve hekimlerin diyaliz ve kronik böbrek hastalığına yönelik mobil uygulamaları ve internet siteleri gibi e-sağlık uygulamalarını kullanmalarının; hastaların memnuniyetini artırdığı, yüksek düzeyde kullanıcıların uyumunu sağladığı, sağlık kaynaklarının kullanımının azalttığı ve sağlık hizmetlerinde maliyet tasarrufunu sağladığı gösterilmiştir (18). Yurtdışı kaynaklı e-sağlık uygulamaları kronik böbrek hastalığı olan kişiler için beslenme veya diyet takibi, uzaktan biyometrik izlem, yaşam tarzı veya davranış değişikliği gibi kolaylıklar sağlar (18). Çocuklarda ve erişkinlerde periton diyalizi takip, tedavi ve bilgilendirme açısından yardımcı olacak Türkçe dilinde herhangi bir mobil ya da çevrimiçi ağ tabanlı uygulama bulunmamaktadır. Bu konuda yeni girişimlere ihtiyaç vardır.

Sonuç

Teletıbbın PD ekibi ve hastalar için pek çok faydası olsa da diyaliz alan hastaların değerlendirilmesinin ve takibinin karmaşıklığı nedeniyle teletıp görüşmeleri, yüz yüze ziyareti tamamlayabilir, uzaktan kontrol ile bakımın daha iyi denetlenmesini sağlayabilir ancak tamamen yerini alamaz (19,20). Teletıp ve uzaktan kontrollü PD; evde daha fazla bakım, daha az seyahat süresi ve kliniğe daha az ziyareti teşvik etmektedir. Teletıp aynı zamanda PD eğitimi ve kişisel bakım konusunda hastanın eğitimini kolaylaştırmaya da yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

1. Watson AR. Stress and burden of care in families with children commencing renal replacement therapy. Adv Perit Dial 1997; 13: 300-4.
2. Ellis EN, Blaszkak C, Wright S, Van Lierop A. Effectiveness of home visits to pediatric peritoneal dialysis patients. Peritoneal dialysis international: journal of the International Society for Peritoneal Dialysis 2012; 32(4): 419-23.

3. Clark SL, Begin B, De Souza HG, et al. Telehealth survey of providers and caregivers of children on peritoneal dialysis during the COVID-19 pandemic. *Pediatr Nephrol* 2023; 38(1): 203-10.
4. Edefonti A, Boccola S, Picca M, et al. Treatment data during pediatric home peritoneal teledialysis. *Pediatr Nephrol* 2003; 18(6): 560-4.
5. Ghio L, Boccola S, Andronio L, et al. A case study: telemedicine technology and peritoneal dialysis in children. *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 2002; 8(4): 355-9.
6. Cargill A, Watson AR. Telecare support for patients undergoing chronic peritoneal dialysis. *Peritoneal dialysis international : journal of the International Society for Peritoneal Dialysis* 2003; 23(1): 91-4.
7. Gallar P, Vigil A, Rodriguez I, et al. Two-year experience with telemedicine in the follow-up of patients in home peritoneal dialysis. *Journal of telemedicine and telecare* 2007; 13(6): 288-92.
8. Berman SJ, Wada C, Minatodani D, et al. Home-based preventative care in high-risk dialysis patients: a pilot study. 2011; 17(4): 283-7.
9. Dev V, Mittal A, Joshi V, et al. Cost analysis of telemedicine use in paediatric nephrology-the LMIC perspective. *Pediatr Nephrol* 2024; 39(1): 193-201.
10. Trnka P, White MM, Renton WD, McTaggart SJ, Burke JR, Smith AC. A retrospective review of telehealth services for children referred to a paediatric nephrologist. *BMC nephrology* 2015; 16: 125.
11. El Shamy O, Tran H, Sharma S, Ronco C, Narayanan M, Uribarri J. Telenephrology with Remote Peritoneal Dialysis Monitoring during Coronavirus Disease 19. *American Journal of Nephrology* 2020; 51(6): 480-2.
12. Uzun Kenan B, Demircioglu Kilic B, Akbalik Kara M, et al. Evaluation of the Claria sharesource system from the perspectives of patient/caregiver, physician, and nurse in children undergoing automated peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol* 2023; 38(2): 471-7.
13. Chan EY, Liu MS, Or PC, Ma AL. Outcomes and perception of cloud-based remote patient monitoring in children receiving automated peritoneal dialysis: a prospective study. *Pediatr Nephrol* 2023; 38(7): 2171-8.
14. Lew SQ, Wallace EL, Srivatana V, et al. Telehealth for Home Dialysis in COVID-19 and Beyond: A Perspective From the American Society of Nephrology COVID-19 Home Dialysis Subcommittee. *American journal of kidney diseases: the official journal of the National Kidney Foundation* 2021; 77(1): 142-8.
15. Gordon EJ, Fink JC, Fischer MJ. Telenephrology: a novel approach to improve coordinated and collaborative care for chronic kidney disease. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2012; 28(4): 972-81.
16. Raina R, Nair N, Sharma A, et al. Telemedicine for Pediatric Nephrology: Perspectives on COVID-19, Future Practices, and Work Flow Changes. *Kidney Medicine* 2021; 3(3): 412-25.
17. Kelly JT, Conley M, Hoffmann T, et al. A Coaching Program to Improve Dietary Intake of Patients with CKD: ENTICE-CKD. *Clinical journal of the American Society of Nephrology: CJASN* 2020; 15(3): 330-40.
18. Yang Y, Chen H, Qazi H, Morita PP. Intervention and Evaluation of Mobile Health Technologies in Management of Patients Undergoing Chronic Dialysis: Scoping Review. *JMIR mHealth and uHealth* 2020; 8(4): e15549.
19. Brophy PD. Overview on the Challenges and Benefits of Using Telehealth Tools in a Pediatric Population. *Advances in chronic kidney disease* 2017; 24(1): 17-21.
20. Krishna VN, Managadi K, Smith M, Wallace E. Telehealth in the Delivery of Home Dialysis Care: Catching up With Technology. *Advances in chronic kidney disease* 2017; 24(1): 12-6.

Bölüm 9-A

Telenefrolojinin Erişkin Böbrek Nakilli Hasta Takibinde Kullanımı

Dr. Nurhan SEYAHİ

Böbrek nakli, diyaliz tedavilerine kıyasla daha iyi hasta sağ kalımı ve yaşam kalitesi sağlaması nedeniyle son dönem böbrek hastalığı olan hastalar için en iyi tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Türk Nefroloji Derneği Kayıt Sistemi verilerine göre ülkemizde 2021 yılında 3375 böbrek nakli yapılmıştır ve yaklaşık olarak 20 bin kadar hasta fonksiyonel greft ile izlenmektedir.

Nakil merkezlerine erişim, böbrek nakli alıcı adaylarının değerlendirilmesinde ve nakil sonrası hasta takibinde önemli bir engel oluşturmaktadır. Hastaların coğrafi, maddi ve lojistik zorluklar nedeniyle nakil merkezleri ile iletişim kurmada zorlanmaları, nakil sonrası artmış kötü sonuç riski ile ilişkilidir. Bununla birlikte sürekli artan hasta popülasyonu nedeniyle sınırlı sayıdaki nakil merkezleri, özellikle uzakta yaşayanlar olmak üzere nakil sonrası hastaların takibinde yenilikçi sağlık hizmeti sunum modellerine ihtiyaç duymaktadır.

Teletıp, sağlık hizmetlerine erişimin kısıtlı olduğu durumlarda bireylerin veya toplulukların sağlığını korumak, tanı ve tedavilerini sağlamak amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanıldığı bir tıp uygulamasıdır. Böbrek nakli adaylarının nakil merkezlerine erişimini ve nakil sonrası bakımın sürekliliğini sağlama potansiyeline sahiptir.

Teletıp Uygulamaları ve Kullanım Alanları

Teletıp, internet tabanlı güvenli bir video konferans yazılımı kullanarak bilgisayarlar, akıllı telefonlar veya tabletler aracılığıyla hasta ve sağlık profesyonelleri arasında gerçek zamanlı iletişim kurmayı sağlayan sistemleri tanımlamaktadır. Bu sistem evinde veya lokal bir klinikte bulunan hastanın sağlık merkezi ile iletişim kurabilmesine olanak sağlamaktadır.

Teletıp uygulamaları gelişen teknoloji ile son yıllarda birçok farklı alanda kullanılmaya başlansa da esas olarak COVID-19 pandemisi sırasında hastalara erişimi sürdürme amacıyla hızla benimsenmiştir. Pandemi süresince COVID-19 tanısı ya da şüphesi olan hastaların evde kalması sağlanarak olası virüs yayılımının azaltılması ve risk grubunda olan nakil hastalarının hastaneye gelmesi ile olası bir bulaşın engellenmesi hedeflenmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri ve birçok Avrupa ülkesinde teletıp yaygın olarak kullanılsa da maliyet ve geri ödeme problemleri teletıp uygulamalarının önündeki başlıca engellerdir. Amerika Birleşik Devletleri'nde COVID-19 salgınının başlaması ile birlikte teletıp altyapısı için ek bütçe sağlanmış ve bu sayede nakil merkezleri tarafından teletıp kullanımı yaygınlaşmıştır. Böbrek nakli pratiğinde teletıp uygulamalarının kullanılması, pandeminin zorlukları ve kısıtlamalara rağmen nakil merkezlerinin alıcı ve donör adaylarının nakil öncesi değerlendirilmelerini sürdürmesine ve nakil sonrası bakımın devamlılığına imkân vermiştir.

Nakil Öncesi Teletıp Uygulamaları

Renal replasman tedavisi olarak böbrek nakline karar verildiğinde, hastaların nakil açısından değerlendirilmesi ve bilgilendirilmesi amacıyla nakil merkezi ile görüşmesi gereklidir. Böbrek nakli alıcı ve donör adayları

farklı ve uzak bölgelerden gelebilir ve bu durum nakil merkezine erişimde engel teşkil edebilir. Nakil merkezleri, özellikle ulaşımında zorluk çekenler veya COVID-19 pandemisi gibi klinik kapasitelerinde kısıtlamalar olduğunda, teletıp yoluyla potansiyel alıcılar için değerlendirme sürecini başlatabilir. Ayrıca teletıp uygulamaları yaşlı ve birden fazla komorbiditesi olan yüksek riskli adayları nakile uygunluk açısından değerlendirmek için de uygundur. Adayların laboratuvar ve görüntüleme tetkikleri ile konsültasyonları uzaktan tamamlandıktan sonra nakil kararı verilmeden önce fizik muayene ve yüz yüze görüşme için nakil merkezlerine gelmeleri gerekmektedir. Bu yaklaşım ayrıca hasta ve sağlık sistemi üzerindeki maliyetlerin düşürülmesine de yardımcı olabilir.

Kadaverik nakil bekleme listesinde bulunan adaylar da benzer şekilde merkezin protokolüne uygun olarak yeniden değerlendirilebilir. Bu yöntem seyahat ihtiyacı ve zaman kaybını ortadan kaldırarak adaylar için tasarruf sağlar. Nakil öncesi aşamada teletıp uygulamalarının kullanımı, uzak mesafe veya zaman sıkıntısının nakil için engel oluşturduğu hastalar için nakil merkezlerine başvurmayı kolaylaştırabilir. Nakil merkezleri açısından da daha çok hastaya ulaşmayı ve yüz yüze görüşmeyi daha efektif planlayarak verimliliği artırabilir.

Nakil Sonrası Teletıp Uygulamaları

Nakil sonrası erken dönemde yara yeri bakımı, cerrahi komplikasyonların yönetimi, immünsüpresif tedavinin titrasyonu gibi yakın takip gerektiren durumlar mevcuttur. Bu dönemde sık klinik vizit ve laboratuvar testleri gerekebilmektedir. İlerleyen zamanlarda stabil hastalar için teletıp uygulamalarının kullanımı, hastaların uzaktan takibe imkân verir, hastaların seyahat ihtiyacını ve maliyet yükünü azaltma fırsatı sunar.

İmmünsüpresif tedaviye uyumun olmaması greft kaybının en önemli nedeni olan kronik rejeksiyona yol açmaktadır. Bu nedenle nakil sonrası tedavi uyumunun izlenmesi ve uyumsuzluk sorunlarının önlenmesi için uzun vadede de hastalarla olan yakın iletişime devam edilmesi önerilmektedir.

Pandemi sırasında COVID-19 ile enfekte olan nakil hastalarına hızlı ve güvenli bir şekilde ulaşmayı sağlayan teletıp uygulamalarını, çoğu nakil merkezi hastaların yakın takibini sağlamak amacıyla da kullanmıştır. Pandemi sonrası normalleşme süresinde teletıp yoluyla sağlık hizmeti sunumunu birçok merkez devam ettirmeye çalışmıştır ve gelecek dönemde nakil pratiğinde teletıp uygulamalarının da içinde olduğu hibrid bir modelin benimsenmesi beklenmektedir.

Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar ve Öneriler

Sağlık politikalarındaki düzenlemeler ve sigorta geri ödemesindeki kısıtlılıklar teletıp uygulamalarının önündeki başlıca engellerdir. Bununla birlikte yüksek kalitede hasta bakımı sağlayabilmek için altyapı ve uygun yazılıma ek olarak eğitilmiş personel ihtiyacı sağlık sistemleri tarafından desteklenmelidir. Teletıp uygulamalarını kullanabilmek için kırsal kesimdeki hastalar veya düşük gelirli kişiler için güvenilir bir internet bağlantısı ihtiyacı elzemdir. Dil problemi yaşayan hastalar dezavantajlı olabileceği için bu alanda özel düzenlemelere ihtiyaç duyulabilir.

Teletıp uygulamalarında hasta mahremiyetinin korunmasına dikkat gösterilmeli; hastanın kişisel verilerinin teknolojik yöntemler kullanılarak işlenmesi söz konusu olduğundan hastaya elektronik ortamda toplanan kişisel verilerin hangi amaçla toplandığı, ne kadar süreyle saklanacağı, kimlere aktarıldığı, nasıl korunduğu hususlarında da bilgi verilmelidir. Ülkemizde teletıp uygulamalarına ilişkin düzenleme; “Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik” adı altında 10 Şubat 2022 tarihli Resmî Gazetede yayımlanmıştır.

Hekimler teletıp kullanımının uygun olup olmadığı konusunda hasta bazlı değerlendirmelidir; fizik muayene ve yakın klinik takip gerektiren durumlarda teletıp uygulamaları uygun bir yaklaşım olmayabilir. Yüz yüze yapılmayan vizitler önemli bazı bulguların gözden kaçmasına neden olabilir.

Böbrek nakli pratiğinde teletıp kullanımının artması ile birlikte bunun nakil sonuçları üzerine olan etkilerini incelemek önemli olacaktır. Teletıp kullanımının greft ve hasta sağkalımı yanı sıra bekleme listesi, nakil oranları, nakile erişim süresi gibi faktörlere olan etkisi değerlendirilmelidir. Hastaların teletıp uygulamalarına katılım oranlarının ve memnuniyetlerinin değerlendirilmesi de araştırılması gereken diğer bir konudur.

Teletıp uygulamalarının hastalar ve sağlık profesyonelleri açısından yararlı olabileceği yönündeki avantajların yanı sıra, güvenlik açısından bazı sakıncalar doğurabileceği yönünde endişeler mevcuttur. Teletıp görece yeni bir uygulama olduğu ve yeterince deneyime ve teknik altyapıya sahip olunmadığı için şimdilik rutin sağlık uygulamalarının bir tamamlayıcısı olarak kullanılabilmesi görüşü hâkimdir.

Yapay Zekâ ve Böbrek Nakli

Yapay zekâ (YZ), günümüzde birçok alanda olduğu gibi tıp pratiğinde de giderek daha fazla kullanılmakta ve yaygınlaşmaktadır. Yapay zekâ, makinelerle çok çeşitli güncel ve popüler alanları kapsayan akıllı ve bilişsel görevleri gerçekleştirme yeteneği verir. Makine öğrenimi, YZ'nin en önemli alt başlıklarından biridir ve son dönemde büyük veri teknolojisindeki ilerlemeler nedeniyle sağlık sektörü de dahil olmak üzere birçok alanda ilgi görmektedir.

Makine öğrenim süreci, programın toplanan verileri gözleme ve önceki veriler ile karşılaştırarak modelleri ve sonuçları bulma yeteneği ile başlar. Makine öğrenim algoritmaları genel olarak üç ana grupta sınıflandırılabilir: Denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve takviyeli öğrenme. Bu üç grup arasındaki fark, her birinin tahminlerde bulunmak üzere verileri nasıl öğrendiği ile tanımlanır.

Yapay zekâ, böbrek nakli pratiğinde patolojik değerlendirmeden greft sağkalımına kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Bilgisayar destekli tanı algoritmaları ve kişiselleştirilmiş tahminler, hasta değerlendirmede standardizasyon ve hızın artırılmasını mümkün kılabilir. Bu bölümde böbrek naklinde YZ'nin farklı kullanım alanlarından bahsedilecektir.

Radyolojik Değerlendirme

Literatürde görüntüleme tekniklerine dayalı olarak allogreftlerin değerlendirilmesinde YZ tekniklerinin kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur. Hamilton ve ark.'nın yaptığı çalışmada allogreftlerde renal arter stenozunun varlığını değerlendirmek için ^{99m}Tc-MAG3 kaptopril renografi kullanılmış ve altın standart olan arteriyogramla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada sinir ağı tabanlı bir sınıflandırıcı kullanılmış ve %95 oranında doğru sonuç alındığı ortaya konulmuştur.

Araştırma konularından bir diğeri de akut rejeksiyonun teşhisinde görüntüleme yöntemleri ve YZ'nin birlikte kullanımınıdır. El-Baz ve ark. akut rejeksiyonun erken tanısında dinamik kontrastlı manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanmış, üç aşamalı bir algoritmik yaklaşım kullanarak MRG'den toplanan veriler bir Bayes sınıflandırıcısı kullanılarak analiz edilmiştir. Yine bu çalışmada görüntüleme sırasında hastanın hareket etmesi ve nefes alması nedeniyle oluşan artefaktı hesaba katmak için hareket düzeltme modelleri üzerinde çalışmışlardır.

Bilgisayar destekli tanı sistemlerinin akut rejeksiyon tanısında kullanımını araştıran başka bir çalışmada, akut reddi öngörmek için difüzyon ağırlıklı MRG'den alınan veriler derin öğrenme algoritmaları kullanılarak değerlendirilmiştir. Aynı grubun ikinci çalışmasında MRG'ye ek olarak kreatinin klirensi ve kreatinin değerleri de kullanılmıştır. Her iki makalede de akut rejeksiyonun tanısı için genel doğruluk %90'ın üzerinde saptanmıştır.

Patolojik Değerlendirme

Yapay zekâ uygulamaları, allogreft biyopsilerini değerlendirmek için de kullanılmıştır. Kazi ve ark. 110 nakil biyopsisini değerlendirdikleri çalışmalarında, 12 histolojik özelliğin tanımlandığı Bayes ağı modeli kullanılarak,

nispeten deneyimsiz bir patoloğun 21 vakanın 19'unda doğru tanı koyabildiğini göstermişlerdir. Araştırmacılar verilerin bir bilgisayar ile entegrasyonunun erken akut rejeksiyon için daha tutarlı bir tanı sağlayabileceğini öne sürmüşlerdir.

Marsh ve ark. böbreklerin nakil açısından uygunluğunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, intraoperatif donör böbrek biyopsilerini değerlendirmede derin öğrenme algoritmaları kullanılmıştır. Farklı modellerin, izole edilmiş normal glomerül içeren görüntüleri, glomerüler olmayan yapılardan ayırt edebildiği gösterilmiştir. Yazarlar 870 skleroze ve 2997 skleroze olmayan glomerül verisi ile beslenen konvolüsyonel sinir ağına tek başına performansının, deneyimli bir klinik patoloğ performansına eşdeğer olabileceği sonucuna varmışlardır.

Greft Sağkalımı

Akl ve ark.'nın, canlı vericili böbrek nakillerinde 5 yıllık greft sağkalımını tahmin etmek için yapay sinir ağı modeli geliştirdikleri çalışmalarında, valide edilmiş modelden elde edilen tahminler Cox regresyon tabanlı nomogramlar kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağı ve Cox regresyona dayalı nomogram için greft sağkalımının pozitif prediktif değeri sırasıyla %82,1 ve %43,5 saptanmıştır. Yazarlar, yapay sinir ağına 5 yıllık greft sağkalımını tahmin etmede Cox regresyona dayalı nomogramdan daha doğru ve duyarlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Böbrek nakli alıcılarında tahmini glomerüler filtrasyon hızının (tGFH) gelecekteki değerlerini tahmin etmek için yapılan bir başka çalışmada, alıcıların cinsiyeti, donörlerin yaşı ve cinsiyetinden oluşan üç statik değişkenin yanı sıra, her vizitte alıcıların mevcut yaşı, nakilden bu yana geçen süre, serum kreatinin, açlık kan şekeri, kilo ve kan basınçları dahil olmak üzere 11 dinamik değişken kullanılarak yapay sinir ağı tabanlı bir model geliştirilmiş, 675 yetişkin böbrek alıcısının geçmiş vizit verilerinden alınan 25811 kayıt analiz edilmiştir. Bu çalışmada yapay sinir ağı tabanlı modelin, bir dizi sabit ve zamana bağlı veriye dayalı olarak gelecekteki bir tGFH değerini dinamik olarak tahmin ettiği gösterilmiştir. Yazarlar, bu tür analitik araçların kullanılmasının, böbrek naklinde kişiselleştirilmiş ilaç uygulamasının gerçekleştirilmesine yardımcı olabileceğini öne sürmüşlerdir.

İmmünesüpresif Doz Optimizasyonu

Mevcut bilgiler, böbrek naklinde kullanılan immünesüpresif ilaçların plazma seviyelerinin dikkatli bir şekilde kontrol edilmesinin ve terapötik izlemenin, ilaç toksisitesi ve greft reddi risklerini dengelemek için önemli olduğunu göstermektedir. McMichael ve ark., FK 506 ilaç dozlarını ve seviyelerini tahmin edecek bir YZ dozlama sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem, yüzlerce dozlama verisiyle, yani önceki doz, önceki ilaç seviyesi, mevcut doz ve mevcut ilaç seviyesi ile programlanmıştır. Sistem daha sonra mevcut FK 506 dozunu ve seviyesini istenen doz ve seviye ile ilişkilendiren bir denklem geliştirmek için bir model olarak kullanılmıştır. Yapay zekâ dozlama sistemi ile hedef seviyeye ulaşmak için gereken FK 506 dozu hesaplanmıştır. Prospektif bir doğrulama çalışması, modelin FK 506 dozu ile FK 506 plazma düzeyi arasındaki ilişkiyi tanımlamada %95 doğruluğa sahip olduğunu ve dozlama tahminlerinde herhangi bir yanlışlık olmadığını göstermiştir.

Thishya ve ark.'nın çalışmasında, ABCB1 ve CYP3A5 genetik polimorfizm durumuna dayalı olarak takrolimusun biyoyararlanımını ve nakil sonrası diyabet gelişim riskini tahmin etmek için yapay sinir ağı ve lojistik regresyon modelleri kullanılmıştır. Yazarlar polimorfizmin yanı sıra 129 hastadan elde edilen yaş, cinsiyet, vücut kütle indeksi ve kreatinin verileri analizde kullanmışlardır. Yapay sinir ağı ve çok faktörlü boyut indirgeme analizi modellerinin, takrolimusun biyoyararlanımı ve nakil sonrası diyabet riskini modüle etmede değişkenlerin hem bireysel hem de sinerjistik etkilerini ortaya koyduğu sonucuna varmışlardır.

Rejeksiyon Tanısı

Hummel ve ark.'nın çalışmasında, nakilden sonraki ilk yıl boyunca nefrotoksisite veya akut hücresel rejek-

siyon şüphesi olan hastalardaki biyopsi ihtiyacını taramak amacıyla farklı YZ tekniklerinin performansını incelemek için böbrek biyopsisi yapılan 145 hastanın verileri analiz edilmiştir. Hastaların klinik seyrinde biyopsi ihtiyacı gerektiğini gösterebilmek için yapay sinir ağı, destek vektör makineleri ve Bayes çıkarımı kullanılmıştır. Biyopsi göstergesi olarak en iyi duyarlılık değerini gösteren tekniğin, 0,79 eğri altında kalan alan ile destek vektör makineleri olduğu belirtilmiş ve yazarlar bu tekniğin klinik pratikte kullanılabilirliğini öne sürmüşlerdir.

Başka bir çalışmada, RNA dizilimi ile antikör aracılı rejeksiyon ,T hücre aracılı rejeksiyon ve stabil böbrek fonksiyonuna sahip bir kohorttan alınan 37 biyopsi ve periferik kan örneği değerlendirilmiş, rejeksiyon ile ilişkili genleri belirlemek için makine öğrenimi araçları kullanılmıştır. Bu yöntem ile antikör aracılı rejeksiyon, T hücre aracılı rejeksiyon ve stabil böbrek fonksiyonu ile ilişkili 102 gen, her bir rejeksiyon fenotipi ile ve ana histolojik lezyonlarla yüksek derecede ilişkili bulunmuştur. Bu çalışmada, hastalardan alınan periferik kan numunelerinde antikör aracılı rejeksiyonu belirlemede kullanılacak kritik bir gen profili belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Concepcion BP, Forbes RC. The Role of Telemedicine in Kidney Transplantation: Opportunities and Challenges. *Kidney360*. 2020 Apr 3;1(5):420-423.
2. Al Ammary F, Concepcion BP, Yadav A. The Scope of Telemedicine in Kidney Transplantation: Access and Outreach Services. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2021 Nov;28(6):542-547.
3. Al Ammary F, Sidoti C, Segev DL, Henderson ML. Health Care Policy and Regulatory Challenges for Adoption of Telemedicine in Kidney Transplantation. *Am J Kidney Dis*. 2021 May;77(5):773-776.
4. Resmî Gazete. Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220210-2.htm> (Erişim Tarihi 10.02.2023).
5. Seyahi N, Ozcan SG. Artificial intelligence and kidney transplantation. *World J Transplant*. 2021 Jul 18;11(7):277-289.

Bölüm 9-B

Telenefrolojinin Pediatrik Böbrek Nakilli Hasta Takibinde Kullanımı

Dr. Gülşah KAYA AKSOY

Böbrek nakli evre 5 kronik böbrek hastalığı (KBH) olan çocuk hastalarda uzun dönem morbidite ve mortalite açısından en güvenilir renal replasman tedavisidir. Ancak böbrek nakli alıcıları nakil sonrasında immunsupresif ilaçların kan konsantrasyonlarının kontrolü, tedavi uyumlarının değerlendirilmesi ve hasta ve hasta yakınlarının eğitimi gibi nedenler ile yakın izlemde tutulmaktadır. Nakil sonrası beslenme içeriği ile kalori gereksiniminin düzenlenmesi, ilaç-besin etkileşimlerinin öğretilmesi, uygun egzersiz programının düzenlenmesi zaman ve yoğun emek gerektiren eğitimlerdendir.

Ek olarak, hasta yakını ve çocuk nefrologları arasında kurulan yakın iletişimin bir sonucu olarak, çocuk alıcıda ortaya çıkan her yeni semptomdan çocuk nefrologları haberdar olmak, aileler de doktoruna bilgi vermek ister. Böbrek naklinin bir ekip çalışması ve nakil merkezinin detaylı alt yapı gerekliliği göz önünde bulundurulduğunda ülkemizde her şehirde çocuk böbrek nakli merkezi bulunmamaktadır. Hastalar nakil için başvurdukları merkezlerden nakil sonrası akut dönemi atlattıktan sonra memleketlerine geri dönmek zorunda kalmaktadır. Aralıklı hastane kontrolleri dışındaki durumlar için teletıbbın farklı araçları ülkemizde uzun zamandır kullanılmaktadır.

Teletıp uygulamalarının başlangıcı 18. yüzyıla dayanmaktadır, hastaların doktorlara gönderdikleri şikayetlerini belirten mektuplara cevap olarak doktorlar tavsiyelerini yine mektuplar ile hastalarına ulaştırmışlardır. Ancak teletıp uygulamaların bilimsel ürünlere dönüştürülmesi 1990'lı yılları bulmuştur. COVID-19 pandemi ile beraber teletıp uygulamalarının kullanımı ivmelenerek artmıştır. Pediatrik solid organ nakli alıcılarında teletıp kullanımı irdeleyen 10 çalışmanın meta-analiz raporunda, COVID-19 pandemi döneminde yaşanan problemler göz önünde bulundurulduğunda sağlık hizmetlerinin devamlılığı için teletıp hizmetlerinin yaygınlaştırılmasının gerekli olduğunu vurgulanmıştır (2). Elli yedi pediatrik karaciğer nakli alıcısının yaklaşık bir yıllık izleminde 723 kez mesaj ile iletişim sağlanmış; total mesajların %55'inin pandemi sonrası gerçekleştiği görülmüştür. En yaygın üç mesajlaşma nedeni; izlem sürecine ait bilgilendirme (%29.7), ilaç kullanımı için konsültasyonlar (%21.7) ve ilaç reçeteleri (%15.6) idi. Geleneksel yüz-yüze izlem ile teletıp kullanılarak uygulanan izlemin 1 yıllık sonuçlarını karşılaştıran çalışmada 46 erişkin böbrek nakli alıcısı iki gruba randomize edilmiş; tedavi uyumsuzluğu teletıp grubunda %17.4 iken geleneksel grupta %56.5 olarak saptanmıştır (p=0.013). Ayrıca, uzaktan izlem grubundaki hastalar önceden planlanan hastalığa özgü yaşam kalitesi ve işe dönüş düzeylerine de ulaşmıştır.

Kronik ilaç kullanımı olan hastalarda düzenli ilaç kullanımına uyumu ve su içmeyi artırmaya yönelik çok sayıda Türkçe arayüze sahip mobil uygulama mevcuttur (İlaç alarmı & Hap hatırlatıcı, İlaç Hatırlatma ve Alarm, Hapsu- İlaç ve Su Hatırlatıcı, Su İçme Akvaryumu, gibi). Böbrek nakli alıcılarına yönelik mobil uygulamalara ise "Transplant Hero, KidneyPal: Kidney Disease Mgmt, Kidney Transplant, myTransplant" örnek verilebilir. "Our Journey with a Kidney Tran" çocuk böbrek nakli alıcıları ve ailelerine yönelik hazırlanmış, evde ve günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri sorunlara yönelik bilgiler içeren bir uygulamadır. Bu gelişmelere karşılık, ülkemizde çocuk böbrek nakli alıcılarına yönelik hazırlanmış, Türkçe arayüzü olan mobil bir uygulama henüz bulunmamaktadır. 20. yy'ın sonlarında nakil hastalarında ilaç uyumunu artıracak elektronik cihazların kullanımı yazarlar tarafın-

dan önerilmeye başlandı. Erişkin böbrek nakli alıcılarında mobil uygulamaların tedavi uyumunu artırdığını gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur.

Böbrek nakli alıcılarında gecikmiş graft fonksiyonunu, graft sağ kalımını ve rejeksiyon varlığını tahmin etmede yapay zekâ modelleme yöntemleri kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlar ile karar ağaçları oluşturulabilen, günlük kullanıma uyarlanabilir algoritmalara dönüştürülebilmektedir. Böbrek nakli alıcılarında graft sağ kalımının yapay zekâ modelleri ile analiz edildiği 27 çalışmanın meta-analiz raporunda makine öğretisinin graft sağ kalımını tahmin etme sensitivitesi %81, spesifitesi %81 saptanmıştır. United Network for Organ Sharing (UNOS) veri tabanı kullanılarak 614'ü böbrek toplam 1895 çocuk solid organ nakli alıcısının verileri makine öğretisi ve derin öğrenme yöntemleri ile analiz edilmiş; makine öğretisi temelli analizlerin derin öğrenme modellerine göre daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu gösterilmiştir. 107 çocuk böbrek nakli alıcısında 20 değişkenin gecikmiş kreatin düşmesi üzerine etkisi hem lojistik regresyon hem de yapay sinir ağı kullanılarak analiz edilmiş; sinir ağı kullanımında duyarlılık 0.875 ve özgüllük 0.87 iken lojistik regresyon ile yapılan analizde duyarlılık 0.37 ve özgüllük 0.94 saptanmıştır.

Amerika'da canlı böbrek bağışına karşı gelişen endişelerin artması üzerine yapılan çalışmada; New York Times, YouTube, Twitter ve Reddit'te yapılan toplam 203.219 yorum yapay zekâ yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş, yorumların %63'ünün gerçek kişiler tarafından yapıldığı saptanmıştır. Bu çalışma, canlı böbrek bağış hakkındaki algıların, mitlerin ve duyguların daha kapsamlı analizleri için zemin hazırlamıştır. Ülkemizde benzer çalışmanın kadavra organ bağış, beyin ölümü gibi konularda yapılması, endişelerin saptanarak gerekli reaksiyonların hızlıca gösterilmesi elzemdir.

Erişkin böbrek nakli alıcılarında immünogenetik çalışmalarda da yapay zekâ temelli modeller kullanılmıştır. HLA antijen uyum sayısındaki azlığın graft yetmezliği ile arasındaki ilişkiler iyi bilinmesine rağmen, HLA amino asit düzeyindeki yanlış eşleşmeler daha az araştırılmıştır. 2000-2017 yılları arasında 166.574 böbrek naklinin HLA-A, B, C, DRB1 ve DQB1 lokusları makine öğretisi temelli risk programında analiz edilmiş; HLA-DRB1 peptid temas bölgelerindeki aminoasit uyumsuzluklar en fazla graft başarısızlığına katkısı olan lokus olarak saptanmıştır. Nakil sonrası akut rejeksiyon gelişimi üzerine etkili gen setlerini saptamak üzere, Gen Expression Omnibus (GEO) veri tabanı makine öğretisi kullanılarak analiz edilmiş; CPA6, EFNA1, HBM, THEM5 ve ZNF683 genlerinin akut rejeksiyon ile ilişkili olabileceği saptanmıştır.

Oldukça farklı alanlarda çok sayıda kullanıma rağmen makine öğretisi temelli modellerin geleneksel istatistiksel yöntemlerden daha üstün olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur. Ondört farklı ülkeden 8422 böbrek nakli alıcıların incelendiği çalışmada, makine öğretisi ve Cox tabanlı geleneksel yöntemler kullanılarak graft sağ kalım tahminleri yapılmış; her iki yönteminde benzer sonuçları elde ettiği saptanmıştır. Geleneksel istatistiksel yöntemlerin yaygınlığı, kullanım kolaylığı, sonuçlarının daha anlaşılır olması avantaj olarak görünmekle birlikte yapay zekâ temelli modeller ise araştırmacının tecrübesinden kaynaklanan tarafılıktan uzaklaşabilme, göz ardı edilebilecek risk faktörlerini saptayabilme ve karar ağaçlarının oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır.

Gelişen teknoloji ve mobil iletişim araçlarının yaygın kullanımı her alanda alışkanlıklarımızı sorgulamamıza, fiziksel ulaşımın imkân olmadığı alanları tanımamıza ve bilgiye ulaşılabilirliğinin sınırsız olduğuna inanmamıza olanak sağladı. Teletıp ve yapay zekâ kullanımının giderek yayılacağı ve hem hekim hem de hasta ve hasta yakınları tarafından benimseneceği aşikârdır. Hızlı adımlar ile ilerleyen bu uygulamaları çocuk nefroloji alanında da geliştirmeli, günlük uygulamalarımıza bu değişimi entegre etmeliyiz.

KAYNAKLAR

1. Wootton R. Telemedicine in the National Health Service. *J R Soc Med.* 1998;91(12):614-21.
2. Raina R, Shah R, Marks SD, Johnson JN, Nied M, Bhatt GC, Bonham CA, Datla N, Sethi SK, Bartosh SM. The effects of COVID-19 on pediatric and adult solid organ transplant recipients and the emergence of telehealth. *Pediatr Transplant.* 2023 Mar 6:e14490.
3. Musaoğlu M, Yuksel M, Mizikoglu O, Arıkan C. Telemedicine in monitoring pediatric LT patients before and during COVID-19 pandemic. *Pediatr Transplant.* 2022;26(1):e14138.
4. Schmid A, Hils S, Kramer-Zucker A, Bogatyreva L, Hauschke D, De Geest S, Pisarski P. Telemedically Supported Case Management of Living-Donor Renal Transplant Recipients to Optimize Routine Evidence-Based Aftercare: A Single-Center Randomized Controlled Trial. *Am J Transplant.* 2017;17(6):1594-1605.
5. De Geest S, Vanhaecke J. Methodological issues in transplant compliance research. *Transplant Proc.* 1999;31(4A):81S-83S.
6. Bunchman TE. Compliance in pediatric solid organ transplantation. *Transplant Proc.* 1999;31(1-2):1099.
7. Zanetti-Yabur A, Rizzo A, Hayde N, Watkins AC, Rocca JP, Graham JA. Exploring the usage of a mobile phone application in transplanted patients to encourage medication compliance and education. *Am J Surg.* 2017;214(4):743-747.
8. Melilli E, Cestone G, Revuelta I, Meneghini M, Lladó L, Montero N, Manonelles A, Diaz M, Coloma A, Torregrosa V, Baliellas C, Cruzado JM, Diekmann F, Grinyó J, Bestard O. Adoption of a novel smart mobile-health application technology to track chronic immunosuppression adherence in solid organ transplantation: Results of a prospective, observational, multicentre, pilot study. *Clin Transplant.* 2021;35(5):e14278.
9. Han A, Min SI, Ahn S, Min SK, Hong HJ, Han N, Kim YS, Ahn C, Ha J. Mobile medication manager application to improve adherence with immunosuppressive therapy in renal transplant recipients: A randomized controlled trial. *PLoS One.* 2019;14(11):e0224595.
10. Ravindhran B, Chandak P, Schafer N, Kundalia K, Hwang W, Antoniadis S, Haroon U, Zakri RH. Machine learning models in predicting graft survival in kidney transplantation: meta-analysis. *BJS Open.* 2023;7(2):zrad011.
11. Senanayake S, White N, Graves N, Healy H, Baboolal K, Kularatna S. Machine learning in predicting graft failure following kidney transplantation: A systematic review of published predictive models. *Int J Med Inform.* 2019;130:103957.
12. Nursetyo AA, Syed-Abdul S, Uddin M, Li YJ. Graft Rejection Prediction Following Kidney Transplantation Using Machine Learning Techniques: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Stud Health Technol Inform.* 2019;264:10-14.
13. Naqvi SAA, Tennankore K, Vinson A, Roy PC, Abidi SSR. Predicting Kidney Graft Survival Using Machine Learning Methods: Prediction Model Development and Feature Significance Analysis Study. *J Med Internet Res.* 2021;23(8):e26843.
14. Fang F, Liu P, Song L, Wagner P, Bartlett D, Ma L, Li X, Rahimian MA, Tseng G, Randhawa P, Xiao K. Diagnosis of T-cell-mediated kidney rejection by biopsy-based proteomic biomarkers and machine learning. *Front Immunol.* 2023;14:1090373.
15. Konieczny A, Stojanowski J, Rydzynska K, Kuzstal M, Krajewska M. Artificial Intelligence-A Tool for Risk Assessment of Delayed-Graft Function in Kidney Transplant. *J Clin Med.* 2021;10(22):5244.
16. Senanayake S, Kularatna S, Healy H, Graves N, Baboolal K, Sypek MP, Barnett A. Development and validation of a risk index to predict kidney graft survival: the kidney transplant risk index. *BMC Med Res Methodol.* 2021;21(1):127.
17. Killian MO, Payrovnaziri SN, Gupta D, Desai D, He Z. Machine learning-based prediction of health outcomes in pediatric organ transplantation recipients. *JAMIA Open.* 2021 Mar 12;4(1):o0ab008.
18. Santori G, Fontana I, Valente U. Application of an artificial neural network model to predict delayed decrease of serum creatinine in pediatric patients after kidney transplantation. *Transplant Proc.* 2007 Jul-Aug;39(6):1813-9.

19. Asghari M, Nielsen J, Gentili M, Koizumi N, Elmaghraby A. Classifying Comments on Social Media Related to Living Kidney Donation: Machine Learning Training and Validation Study. *JMIR Med Inform.* 2022;10(11):e37884
20. Dasariraju S, Gragert L, Wager GL, McCullough K, Brown NK, Kamoun M, Urbanowicz RJ. HLA amino acid Mismatch-Based risk stratification of kidney allograft failure using a novel Machine learning algorithm. *J Biomed Inform.* 2023;142:104374.
21. Lu Z, Tang F, Li Z, Xie Z, Zheng H, Zhang J, Gao Y, Lu Z, Cai Y, Lai Y, He Z. Characteristic Genes and Immune Infiltration Analysis for Acute Rejection after Kidney Transplantation. *Dis Markers.* 2022;2022:6575052.
22. Truchot A, Raynaud M, Kamar N, Naesens M, Legendre C, Delahousse M, Thaunat O, Buchler M, Crespo M, Linhares K, Orandi BJ, Akalin E, Pujol GS, Silva HT Jr, Gupta G, Segev DL, Jouven X, Bentall AJ, Stegall MD, Lefaucheur C, Aubert O, Loupy A. Machine learning does not outperform traditional statistical modelling for kidney allograft failure prediction. *Kidney Int.* 2023;103(5):936-948.
23. Schold JD. The promise and reality of machine-learning models in kidney transplantation. *Kidney Int.* 2023;103(5):835-836.



TÜRK NEFROLOJİ DERNEĞİ

Valikonağı Cad. Şakayık Sok. Polat Apt.

No: 79/1 34365 Nişantaşı İstanbul

Telefon : (212) 219 4882

Faks : (212) 219 4883

E-posta : info@tsn.org.tr



ÇOCUK NEFROLOJİ DERNEĞİ

Karşıyaka Mah. Kayı Cad. 29/7

Keçiören, Ankara

E-posta : info@cocuknefroloji.org

ISBN: 978-625-6726-02-4