



TIPTEKNO'17

TIP TEKNOLOJİLERİ KONGRESİ

12-14 Ekim 2017 / TRABZON

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Prof.Dr. Osman Turan Kongre Merkezi



Biyomedikal ve Klinik
Mühendisliği Derneği



Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

İnteraktif Sunumlar 1

Poster Alanı

Robotik Rehabilitasyonda Klinik İhtiyaca Yönelik Farklılıklar

Differences in Robotic Rehabilitation According to Clinic Requirements

Gülşah Kınalı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü (İngilizce), İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
gulsah.kinali@gmail.com

Özetçe— İnme, sıklıkla motor disfonksiyona yol açan ve engelliliğe neden olan yaygın bir hastalık halini almıştır. Alt ekstremitte robotik rehabilitasyonu hastanın motor öğrenmesini arttırmak için anlamlı ve etkili eğitim yapmada yardımcı olabilir. Bu derlemede son yıllarda alt ekstremitte rehabilitasyon robotlarındaki gelişmeler incelendi ve aynı zamanda klinik gereksinimler tartışıldı. Sonuç olarak, robotik rehabilitasyonun geleceği konusundaki beklentiler açıklandı.

Anahtar Kelimeler — robotik rehabilitasyon; motor öğrenme, yürüyüş eğitimi

Abstract— Stroke has become a common disease, often leading to motor dysfunction and causing disability. Lower-limb robotic rehabilitation can help patients to carry out reasonable and effective training to improve the motor learning. The developments of lower-limb rehabilitation robots are investigated in this review and also clinic requirements have been discussed in recent years. Consequently, the future expectations has been declared about the robotic rehabilitation.

Key words — robotic rehabilitation; motor learning; gait training.

I. GİRİŞ

İnme, Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımlamasına göre; vasküler nedenler dışında görünür bir neden olmaksızın lokal serebral fonksiyon kaybına ait belirti ve bulguların hızla yerleşmesi ile seyreden bir klinik sendromdur [1]. Amerikada her yıl 800,000 kişi inme geçirmektedir [2] Serebrovasküler olay, dünyada en sık karşılaşılan nörolojik sorun olup, kalp hastalıkları ve kanserden sonar ölüm nedeni olarak üçüncü sırada;

özürlülüğe sebep olması açısından birinci sırada yer almakta ve gelişmiş ülkelerde hastane başvurularında ve sağlık harcamalarında önemli bir yer tutmaktadır [3]. Gelişen teknoloji sonucunda, görüntüleme yöntemleri nöral sistemin inme sonrasında aktivite ve davranışlara cevaben bir öğrenme süreci gösterdiğini ortaya koymuştur, buna motor öğrenme denilir. Bu süreçte, beyinde yeni nöral bağlantılar kurulmaktadır, bu ise plastik reorganizasyondur. Tüm bu olaylar, nöral plastite olarak da adlandırılır. Yeni bağlantıların oluşmasına zemin hazırlanması için çalışmalar aktif, tekrarlı ve pratik eğitimler içerir olmalıdır [4]. Motor öğrenme inmenin sebebine göre (hemorajik, iskemik) ya da yerine göre (subkortikal-kortikal) değişebilir. Nöral plastisite inme sonrası hemen başlar. Robotik sistemler motor öğrenmenin temel unsurlarını içermelidir. Bu unsurlar: yüksek yoğunluklu, amaca yönelik, tekrarlanabilen ve interaktif hareketlerdir. Nöral plastisite ve motor öğrenmenin gerçekleşebilmesi için amaca yönelik hareketler, tekrarlı ve yoğun olarak çalıştırılmalıdır. Teknoloji yardımlı öğrenmeye en erken dönemde başlanmalıdır [2,4].

Fizyoterapi, mesleki terapi gibi manuel yöntemler, terapistin deneyimi ile yakından ilgili olduğu gibi, bu programlarda yüksek yoğunlukta ve sık tekrar gerektiren eğitimlerin yapılabilmesi zordur [5]. Robotik rehabilitasyon bu zorluğu yenme açısından faydalıdır, ancak hareketlerin bir robot tarafından tekrarlı çalıştırılması sırasında yaşanacak problemler de vardır.

Brunstrom motor iyileşme sürecini 6 evreye ayırmıştır. 3. ve 4. Evrelerde spastite olarak bilinen istemsiz kas tonusu artışı görülmektedir. Fizyoterapi ve mesleki terapi sürecinde spastite terapist tarafından hissedilebilir ve terapi süreci buna uygun olarak yönlendirilebilir [2,5]. Teknolojideki gelişmeler ve buna bağlı ortaya çıkan



İnteraktif Sunumlar 1

Poster Alanı

robotik sistemler, rehabilitasyon uygulamalarına çeşitlilik getirmiştir [2]. Robotik sistemler motor öğrenmenin gereksinimi olan tekrarlı ve yüksek yoğunluklu eğitim programlarına olanak sağlarken, terapist-hasta bağlantısı eksikliği, hareket sırasında ortaya çıkan farklılıkların hissedilmesini güçleştirmektedir [2,5]. Bu çalışmanın amacı yürüme rehabilitasyonunda kullanılan robotik sistemlerin avantaj ve dezavantajları konusunda bir derleme yapmak, bu sistemlerin geliştirilmesindeki önemli biyolojik ve klinik ihtiyaçları vurgulamaktır.

II. ALT EKSTREMİTE ROBOTİK SİSTEMLERİN ORTAYA ÇIKIŞI

İnme rehabilitasyonunun geleceği için 7 ana teknolojik gelişme tanımlanmaktadır. Bunlar, üst ve alt ekstremitte için teknolojik cihazlar, beyin-bilgisayar ara yüzleri, invaziv olmayan beyin stimülatörleri, nöroprotezler, kantitatif insan hareket analizi için giyilebilir cihazlar, sanal gerçeklik ve nörorehabilitasyonda tablet-pc kullanımıdır [4]. Günümüzde ise inmeli hastalarda motor öğrenmeyi hızlandırmak için bir çok robotik sistem geliştirilmiştir. Genel olarak alt ekstremitte robotik sistemleri, iki gruba ayrılır; exoskeleton robotlar and end-effektör robotlar. Örneğin Lokomat, BLEEX, ve LOPES tipik exoskeleton robotlardır. Rutgers Ankle ve Haptic Walker (Şekil 1) ise end-effektör robottur [4 - 7]. Ülkemizde Ortadoğu Teknik Üniversitesi tarafından üretilmiş Robo Gait de treadmill tabanlı bir exo skeleton robotudur [4,8]. End efektör tipte cihazlar ekstremitte distaline mekanik kuvvet uygulayarak çalışırlar. Kinetik zincirin sol halkası ayakta desteklenir. Yürüme, yokuş çıkma aktif olarak çalıştırılabilir (Şekil 1). Lokomat gibi Exo skeleton robotlar ise hastanın anatomik eksenleri boyunca hizalanmış eksenlere sahiptirler (Şekil 2). Eklemelerin direkt kontrolünü sağlarlar ve bu nedenle kötü ve istenmeyen hareketi önlerler [8].



Şekil 1. Haptic Walker [4].

Rehabilitasyon prensiplerine göre ise, exoskeleton robotlar treadmill tabanlı ve bacak ortezli olarak ikiye ayrılırken; end-effektör robotlar footplate tabanlı ve platform tabanlı tip olarak ikiye ayrılır [5].



Şekil 2. Lokomat [9]

Rehabilitasyonun erken aşamasında yürüme eğitimi önemlidir. Yürüme eğitiminin, diğer izole çalışmalara göre (kuvvetlendirme, germe, denge) üstünlüğü bildirilmiştir. Yoğun, tekrarlı ve amaca yönelik anlamlı aktivitelere en erken dönemde başlanmalıdır [1,4].

III. ROBOTİK SİSTEMLERDEKİ KLİNİK İHTİYAÇLAR

Yürümenin ortaya çıkması yalnızca kasların çalışmasının bir sonucu değildir. Düzgün hareketin ortaya çıkması ve kasların ardı ardına kasılıp gevşeyebilmesi için beyinden vücuda ve vücuttan beyine bir dizi olay gerçekleşir. Kişinin kendi hareketi hakkında da bilgi alması gereklidir.

Kişinin kendi ayak seslerini duyması, eklemlerin hareketini hissetmesi yani propriosepsiyon, dışarıdan görsel uyarılar alması, uyguladığı gücü ve karşılaştığı engeli hissetmesi de düzgün hareketin oluşmasına yardım eder. Bu dizindeki aksaklıkları gidermek için biofeedback yöntemi kullanılır. Biofeedback, biyolojik karakteristiklerin bir biyolojik sisteme yani insana bir dış geri bildirim sistemi ile transfer edilmesidir [10].

Biofeedback prensipleri yürüyüş rehabilitasyonunda kullanılmaktadır. Uyarılar görsel, işitsel ve vibro taktil olabilir. Yürüyüş sırasında ise vücuttan gelen veriler, EMG, kinematik ölçüm ve değerlerle alınabilir. Tüm bunlar hastanın motivasyonu için de gereklidir. [2,10].



İnteraktif Sunumlar 1

Poster Alanı

Alt ekstremitte robotik rehabilitasyonunda bir diğer nokta da spastitedir. Spastite yani istemsiz kas tonusu artışı yürüme sürecinde ortaya çıkabilir [2,5,8] Robotik sistemin bunu algılayıp yönlendirebilen bir mekanizmaya sahip olması gerekir.

Hastanın aktif hareketi tamamlayamayacağı kadar kas zayıflığı olduğu noktada aktif yardımcı hareket sağlanması, harekete direnç verilmesi gerektiği noktada ise aktif dirençli egzersiz seçeneklerinin olması yine robotik sistemde dizayn edilmiş olmalıdır [5]. Robot seçiminde hastanın klinik durumu önemlidir. Komutları uygulayabilen, aktif yardımcı hareket yapabilen hastalar için end efektör tipte robotik sistemler yeterli olurken; harekete daha fazla seviyede yardım edilmesi ve anormal postürün engellenmesi gerektiği durumlarda exo skeleton robotlar seçilmelidir [8].

Kontraktür, uzun süreli immobilizasyon sonrasında eklem çevresi bağ dokuların sertleşmesidir (11). Kontraktür olan eklem normal eklem hareketini tamamlayamaz. Klasik fizyoterapi de bu durum fizyoterapist tarafından algılanacaktır ancak robotik sistemlerde bu durum problem teşkil edebilir.

IV. SONUÇ

Robotik rehabilitasyon amaca yönelik aktivitelerin yüksek yoğunlukta ve tekrarlı çalıştırılması için faydalıdır. Robotik sistemler bu noktada terapiste de destek sağlamakta ve ergonomiyi arttırmaktadır. Ancak hasta- terapist bağlantısı ile hissedilmesi gereken spastite, kontraktür gibi unsurlar önemini korumaktadır. Bu bağlamda düşünüldüğünde, robotik sistemler rehabilitasyon yaklaşımlarını çeşitlendirmiştir, ancak insan yeteneğine halen ihtiyaç vardır. Robotik sistem fizyoterapist kontrolünde çalıştırılmalıdır [1,5].

Robotik Rehabilitasyon, terapiste yardım sağlamada, motor öğrenme prensiplerinin yerine getirilmesinde, hareketlerin yüksek yoğunluklu ve uzun süreli yapılmasında etkin rol oynamaktadır. Robotik sistemlerin etkinliği ve çeşitli nörolojik hastalıklardaki kullanımına dair geniş çapta çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- [1] Karaduman A., Tunca Yılmaz Ö., "Fizyoterapi ve Rehabilitasyon", Cilt 3, Bölüm 3 Sayfa 15-49, Pelikan Yayıncılık , Ankara MRT 2016, ISBN 978- 605-9160-26-1.
- [2] Sheng Li, "Spasticity, Motor Recovery, and Neural Plasticity after Stroke", Front Neurol, 2017 Apr 3; 8:120. doi: 10.3389/fneur.2017.00120.
- [3] Hüzmeleli DE., Duman T., Yıldırım H., " Türkiye'de İnmeli Hastalarda Telerehabilitasyonun Etkinliği: Pilot Çalışma", Turk J Neurol 2017; 23:21-25. Doi:10.4274/tnd.37268
- [4] Karaduman A., Tunca Yılmaz Ö., "Fizyoterapi ve Rehabilitasyon", Cilt 3, Bölüm 14 Sayfa 215-237, Pelikan Yayıncılık , Ankara MRT 2016, ISBN 978- 605-9160-26-1
- [5] Zhang X, Yue Z, Wang J., " Robotics in Lower- Limb Rehabilitation after Stroke " Behav Neurol. 2017;2017:3731802. doi: 10.1155/2017/3731802. Epub 2017 Jun 8. Review.
- [6] Dierick F., Dehas M., Isambert JL., Injeyan S., Bouché AF., Bleyenheuff Y., Portnoy S. " Hemorrhagic versus ischemic stroke: Who can best benefit from blended conventional physiotherapy with robotic-assisted gait therapy" PLoS One. 2017 Jun 2; 12(6):e0178636.
- [7] Nilsson A, Vreede KS, Häglund V, Kawamoto H, Sankai Y, Borg J. " Gait training early after stroke with a new exoskeleton--the hybrid assistive limb: a study of safety and feasibility." J Neuroeng Rehabil. 2014 Jun 2; 11:92. doi: 10.1186/1743-0003-11-92.
- [8] Özbudak Demir S. "Omurilik Yaralanmalı Hastalarda Robot Yardımlı Yürüme Eğitimi" Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2015;61 (Özel Sayı 1):S37-S44 Turk J Phys Med Rehab 2015;61 (Suppl. 1):S37-S44
- [9] <http://www.elsa.web.tr/tr/urun/robotikrehabilitasyon/hocoma-lokomat-pro-v6>, Erişim Tarihi 11.08.2017
- [10] Schmidt RA, Wrisberg CA: "Motor learning and performance."2nd. edition. Campaign, Windsor, Leeds, Human Kinetics; 2000.
- [11] Lim YH., Choi EH, Lim JY. "Comparison of Effects of Botulinum Toxin Injection between Subacute and Chronic StrokePatients: A Pilot Study. Medicine (Baltimore). 2016 Feb; 95(7):e2851.