

Bölüm 12

FİZİKSEL REHABİLİTASYONDA KULLANILAN ROBOT TEKNOLOJİLERİ

Mustafa Savaş TORLAK¹

GİRİŞ

Dünyada 1800’lü yıllardan itibaren buhar gücünün makinelerde kullanılması yeni buluşların ortaya çıkmasına ve sanayi devrimine neden oldu. Günümüze kadar sanayi devrimi inanılmaz şekilde gelişti ve insanoğlu artık çok uzak gezegenlere araçlar gönderecek seviyeye ulaştı. Doğal olarak teknolojik gelişmelerden tıp biliminin etkilenmemesi düşünülemezdi. Günümüzde kapsül şeklinde yutulabilen ve iç organları görüntüleyen mikro robotlardan, cerrahi işlemleri gerçekleştirebilen robotlara kadar teknoloji insanoğluna sağlık alanında hizmet etmektedir.

Sağlık ekibinin ayrılmaz bir parçası olan fizyoterapistler doğuştan veya sonradan oluşan sakatlanmalarda kendilerine özgü tedavi yöntemlerini uygulayan ve kişiyi normal gündelik yaşamına döndürmeye çalışan sağlık profesyonelleridir. Bu bölümü yazmamdaki amaç, son zamanlardaki fizik tedavi ve rehabilitasyondaki teknolojik gelişmeleri meslektaşlarıma ve fizyoterapist adaylarına tanıtmak ve bir nebze de olsa alanıma katkı sağlamaktır. Fizik tedavi ve rehabilitasyon alanı çok geniş bir yelpazeye sahip olduğundan tüm gelişmeleri tek bir bölüme sığdırmak mümkün değildir. Bundan dolayı bu bölüm daha çok teknolojinin rehabilitasyon alanına etkilerinden bahsedecektir.

Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO) dünya genelinde bir milyar insanın veya dünya nüfusunun %15’nin engelli olduğunu belirtmektedir. Aynı zamanda 110-190 milyon kişi engelinden dolayı ciddi zorluklar yaşamaktadır (Kostanjsek & ark., 2013). Sayının büyüklüğünü ve her sayının bir yaşamı ifade ettiğini düşünürsek fizik tedavi ve rehabilitasyonun önemini daha iyi anlaşılabilir. Nörolojik hastalıklar, örneğin hemipleji gibi, kas zayıflığı veya motor kontrolün bozulmasıyla sonuçlanır. Fizik tedavi ve rehabilitasyon bu tip hastaların günlük yaşamına geri dönmesine yardımcı olur. Nörolojik hastalarda geri kazanım sürekli ve düzenli yapılan hareketlerle sağlanmaktadır. Bu noktada teknoloji sağlık profesyonellerine yardımcı olmaktadır. Son zamanlarda robot tabanlı teknolojiler rehabilitasyon alanında sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Fizyoterapi Programı mustafa.savas.torlak@karatay.edu.tr

NEUROexos dirsek eklemi için dizayn edilmiş dış iskelete sahip bir cihazdır. Çelik halatlar ve kablolarla güçlendirilmiş hidrolik pistonuyla dirsek fleksiyon ekstansiyonu yaptırır. Üzerinde bulunan sensörler vasıtasıyla eklemin sertlik derecesini ölçerek uygun torku sağlar (Cempini & ark., 2013).

Sarcos Master Arm, yedi aktif eklemi bulunan ve Sarcos (Salt Lake City) şirketi tarafından geliştirilen hidrolik çalıştırıcılı bir cihazdır. Hidrolik sistem her eklemin hareketi için tork sağlar. Dış iskeletin proksimal eklemi bir platforma sabit şekildedir. Distal uçta önkolü destekleyen bir mekanizma ve el tutacağı bulunmaktadır. Bu cihaz omuzu kapsamaz ancak cihazın genel yapısı omuzda aşırı hareketleri engelleyecek şekildedir (Mistry, Mohajerian & Schaal, 2005).

KAYNAKLAR

- Banala, SK., Agrawal, SK., Kim, SH. & Scholz, JP. (2010). Novel gait adaptation and neuromotor training results using an active leg exoskeleton. *IEEE Transactions on Mechatronics*. 15(2), 218-225. Doi: 10.1109/TMECH.2010.2041245.
- Banala, SK., Agrawal, SK. & Scholz, JP. (2007). Active leg exoskeleton (ALEX) for gait rehabilitation of motor-impaired patients. *IEEE 10th Int Con on Rehab Rob*. 2007,401-407. Doi: 10.1109/ICORR.2007.4428456.
- Calabrò, RS., Cacciola, A., Bertè, F., Manuli, A., Leo, A., Bramanti, A., Naro, A., Milar-di, D. & Bramanti, P. (2016). Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? *Neurol Sci*. 37(4), 503-14. Doi: 10.1007/s10072-016-2474-4.
- Cempini, M., Giovacchini, F., Vitiello, N., Cortese, M., Moisé, M., Posteraro, F. & Car-rozza, MC. (2013). NEUROExos: A powered elbow orthosis for post-stroke early neurorehabilitation. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2013, 342-45. Doi: 10.1109/EMBC.2013.6609507.
- Chen, B., Ma, H., Qin, LY., Gao, F., Chan, KM., Law, SW., Qin, L. & Liao, WH. (2016). Recent developments and challenges of lower extremity exoskeletons. *J Orthop Translat*. 5, 26-37. Doi: 10.1016/j.jot.2015.09.007.
- Collantes, I., Asin, G., Moreno, JC. & Pons, JL. (2012). Analysis of biomechanical data to determine the degree of users participation during robotic-assisted gait rehabilitation. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2012, 4855-58. Doi: 10.1109/EMBC.2012.6347081.
- Colombo, G., Joerg, M., Schreier, R. & Dietz, V. (2000). Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. *J Rehabil Res Dev*. 37(6), 693-700.
- Contreras-Vidal, JL. & Grossman, RG. (2013). NeuroRex: a clinical neural interface road-map for EEG-based brain machine interfaces to a lower body robotic exoskeleton. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2013, 1579-82. Doi: 10.1109/EMBC.2013.6609816.
- Frisoli, A., Rocchi, F., Marcheschi, S., Dettori, A., Salsedo, F. & Bergamasco, M. (2005). A new force-feedback arm exoskeleton for haptic interaction in Virtual Environments. *IEEE Proc First Joint Eur*. 2005, 1-7. Doi: 10.1109/WHC.2005.15.
- Hesse, S., Schmidt, H., Werner, C. & Bardeleben, A. (2003). Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control. *Curr Opin Neurol*. 16(6), 705-10. Doi: 10.1097/01.wco.0000102630.16692.38.

- Hussain, S., Xie, SQ., Jamwal, PK. & Parsons, J. (2012). An intrinsically compliant robotic orthosis for treadmill training. *Med Eng Phys.* 34(10), 1448-53. Doi: 10.1016/j.medengphy.2012.02.003.
- Jezernik, S., Colombo, G., Keller, T., Frueh, H. & Morari, M. (2003). Robotic orthosis lokomat: a rehabilitation and research tool. *Neuromodulation.* 6(2), 108-15. Doi: 10.1046/j.1525-1403.2003.03017.x.
- Jin, X., Cui, X. & Agrawal, SK. (2015). Design of a cable-driven active leg exoskeleton (C-ALEX) and gait training experiments with human Subjects. *IEEE ICRA. 2015,* 5578-83. Doi: 10.1109/ICRA.2015.7139979.
- Johnson, MJ., Van Der Loss, HFM., Burgar, CG., Shor, P. & Leifer, LJ. (2003). Design and evaluation of Driver's SEAT: A car steering simulation environment for upper limb stroke therapy. *Robotica.* 21, 13-23. Doi:10.1017/S0263574702004599.
- Kiguchi, K. (2007). Active exoskeletons for upper-limb motion assist. *Int J Hum Rob.* 4(3), 607-624. Doi: 10.1142/S0219843607001175.
- Klein, J., Spencer, SJ., Allington, J., Minakata, K., Wolbrecht, ET., Smith, R., Bobrow, JE. & Reinkersmeyer, DJ. (2008). Biomimetic Orthosis for the Neurorehabilitation of the Elbow and Shoulder (BONES). *IEEE Conf Biomed Rob Biomech. 2008,* 1-7. Doi: 10.1109/BIOROB.2008.4762866
- Kostanjsek, N., Good, A., Madden, RH., Üstün, TB., Chatterji, S., Mathers, CD. & Officer, A. (2013). Counting disability: global and national estimation. *Disabil Rehabil.* 35(13), 1065-9. Doi: 10.3109/09638288.2012.720354.
- Loureiro, RC., Harwin, WS., Nagai, K. & Johnson, M. (2011). Advances in upper limb stroke rehabilitation: a technology push. *Med Biol Eng Comput.* 49(10), 1103-18. Doi: 10.1007/s11517-011-0797-0.
- Maciejasz, P., Eschweiler, J., Gerlach-Hahn, K., Jansen-Troy, A. & Leonhardt, S. (2014). A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 11(3), 1-29. Doi: 10.1186/1743-0003-11-3.
- Mantone, J. (2006). Getting a leg up? Rehab patients get an assist from devices such as HealthSouth's AutoAmbulator, but the robots' clinical benefits are still in doubt. *Mod Healthc.* 36(7), 58-60.
- Mao, Y., Jin, X., Gera Dutta, G., Scholz, JP. & Agrawal, SK. Human movement training with a cable driven ARm EXoskeleton (CAREX). *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 23(1), 84-92. Doi: 10.1109/TNSRE.2014.2329018.
- Mistry, M., Mohajerian, P. & Schaal, S. (2005). An Exoskeleton Robot for Human Arm Movement Study. *IEEE RSJ Int Conf Intell Rob Sys. 2005,* 1-6. Doi: 10.1109/IROS.2005.1545450.
- Ogata, T., Abe, H., Samura, K., Hamada, O., Nonaka, M., Iwaasa, M., Higashi, T., Fukuda, H., Shiota, E., Tsuboi, Y. & Inoue, T. (2015). Hybrid Assistive Limb (HAL) Rehabilitation in Patients with Acute Hemorrhagic Stroke. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 55(12), 901-6. Doi: 10.2176/nmc.0a.2015-0209.
- Perry, JC., Rosen, J. & Burns, S. (2007). Upper-limb powered exoskeleton design. *IEEE Asme Trans Mecha.* 12(4), 408-17. Doi: 10.1109/TMECH.2007.901934.
- Poli, P., Morone, G., Rosati, G. & Masiero, S. (2013). Robotic technologies and rehabilitation: new tools for stroke patients' therapy. *Biomed Res Int.* 2013, 1-8. Doi: 10.1155/2013/153872.
- Pransky, J. (2015). The Pransky interview: Russ Angold, Co-founder and president of Ekso™ labs. *Industrial Robot:An Int J.* 41(4), 329-334.
- Raab, K., Krakow, K., Tripp, F. & Jung, M. (2016). Effects of training with the ReWalk

- exoskeleton on quality of life in incomplete spinal cord injury: a single case study. *Spinal Cord Ser Cases*. 2, 1-3. Doi: 10.1038/scsandc.2015.25.
- Rocon, E., Belda-Lois, JM., Ruiz, AF., Manto, M., Moreno, JC. & Pons, JL. (2007). Design and validation of a rehabilitation robotic exoskeleton for tremor assessment and suppression. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 15(3), 367-78. Doi: 10.1109/TNSRE.2007.903917.
- Roy, A., Krebs, HI., Barton, JE., Macko, RF. & Forrester, LW. (2013). Anklebot-assisted locomotor training after stroke: a novel deficit-adjusted control approach. *IEEE ICRA*. 2013, 2175-82. Doi: 10.1109/ICRA.2013.6630869.
- Sampson, M., Shau, YW. & King, MJ. (2012). Bilateral upper limb trainer with virtual reality for post-stroke rehabilitation: case series report. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 7(1), 55-62. Doi: 10.3109/17483107.2011.562959.
- Sasaki, D., Noritsugu, T. & Takaiwa, M. (2005). Development of active support splint driven by pneumatic soft actuator (ASSIST). *IEEE Int Conf Rob Auto*. 2005, 1-7. Doi: 10.1109/ROBOT.2005.1570171.
- Stinear, JW. & Byblow, WD. (2004). Rhythmic bilateral movement training modulates corticomotor excitability and enhances upper limb motricity poststroke: a pilot study. *J Clin Neurophysiol*. 21(2), 124-31.
- Sugar, TG., He, J., Koeneman, EJ., Koeneman, JB., Herman, R., Huang, H., Schultz, RS., Herring, DE., Wanberg, J., Balasubramanian, S., Swenson, P. & Ward, JA. (2007). Design and control of RUPERT: a device for robotic upper extremity repetitive therapy. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 15(3), 336-46. Doi: 10.1109/TNSRE.2007.903903.
- Tufekciler, N., van Asseldonk, EH. & van der Kooij, H. (2011). Velocity-dependent reference trajectory generation for the LOPES gait training robot. *IEEE Int Conf Rehabil Robot*. 2011, 1-5. Doi: 10.1109/ICORR.2011.5975414.
- Veneman, JF., Kruidhof, R., Hekman, EE., Ekkelenkamp, R., Van Asseldonk, EH. & van der Kooij, H. (2007). Design and evaluation of the LOPES exoskeleton robot for interactive gait rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 15(3), 379-86. Doi: 10.1109/TNSRE.2007.903919.
- Zeilig, G., Weingarden, H., Zwecker, M., Dudkiewicz, I., Bloch, A. & Esquenazi, A. (2012). Safety and tolerance of the ReWalk™ exoskeleton suit for ambulation by people with complete spinal cord injury: a pilot study. *J Spinal Cord Med*. 35(2), 96-101. Doi: 10.1179/2045772312Y.0000000003.
- Zhang, X., Yue, Z. & Wang, J. (2017). Robotics in lower-limb rehabilitation after stroke. *Behav Neurol*. 2017, 1-13. Doi: 10.1155/2017/3731802.