

Alsó végtagi exoskeleton segítségével történő rehabilitációs tevékenység kezdeti tapasztalatai

First impressions of rehabilitation with lower extremity exoskeletons

Shenker Benjámin¹, Dr. Tóth Luca², Dr. Maróti Péter³,
Dr. Büki András², Dr. Fehér Melinda¹, Dr. Klauber András¹,
Dr. Révay Edit¹, Erdősi Petra¹, Farkasinszky Diána Edina¹,
Nagy Nikolett¹, Varga Edina¹, Szabó-Szemenyei Eszter¹,
Vadai Kitti¹, Papp Leila¹, Hrivnák Gergely¹, Dr. Cserhádi Péter Ph.D.^{1,4}

¹ Országos Mozgásszervi Intézet, Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet, Budapest

² Pécsi Tudományegyetem, Idegsebészeti Klinika, Pécs

³ Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szimulációs Oktatási Központ, Pécs

⁴ Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Rehabilitáció és Fizikális Medicina önálló Tanszék

Az exoskeletonok olyan mesterséges robotikus külső vázak, melyek a 2000-es évek óta vannak jelen a rehabilitáció területén, és lehetővé teszik, hogy a kerekesszék helyett, illetve mellett a beteg önálló járásra és lépcsőzésre legyen képes. Az öregedő társadalmak, valamint az ipar és gazdaság oldaláról is egyre növekvő igény látszik a fejlett technológiák alkalmazására.

A Pécsi Tudományegyetem sikeres uniós pályázat során két darab alsó végtagi exoskeletonot tudott vásárolni, amelyek egyikével már két éve eredményes terápiát biztosítanak egy parapleg betegük számára. A multicentrikus együttműködés keretében a másik eszközzel az Országos Mozgásszervi Intézet részeként működő Országos Orvosi Rehabilitációs Intézetben dolgoznak, ahol az elmúlt időszakban történt sikeres mobilizálás az exoskeleton segítségével. Munkánk során két hospitalizált gerincvelő sérülttel való foglalkozás kezdeti tapasztalatait foglaljuk össze.

A pandémia egyelőre megakadályozta az eszközök hatásosságának mérését gerincvelő sérültek rehabilitációjában egy tervezett multicentrikus vizsgálat során.

Bízunk benne, hogy hamarosan a klinikai vizsgálat is elindulhat ambuláns betegekkel, amely eredmények értékes információval szolgálhatnak az alsó végtagi exoskeletonok idősgyógyászatban való felhasználásáról is.

Kulcsszavak: exoskeleton, rehabilitáció, gerincvelő-sérülés

Exoskeletons are external robotic devices, which have gained growing focus in rehabilitation recently. By this technology users are able to stand up, walk and even climb stairs. Aging populations and industrial stakeholders also have an increasing interest in developing technologies.

University of Pécs won an European Union tender to purchase two lower extremity exoskeletons and set up a multicentric research project in cooperation with the National Institute of Medical Rehabilitation. The multicentric study which aimed to measure the efficacy of exoskeletons in the rehabilitation of spinal cord injury patients was halted by the COVID-19 pandemic. Research team from Pécs successfully involved and trained a paraplegic patient for two years to the study. The other device is at the National Institute of Medical Rehabilitation where recently first two inpatient were effectively mobilised. Here we present our first impressions with the device.

We look forward to the start of our planned study, which could provide valuable information of the use of exoskeletons with outpatients also in the field of geriatrics. The start of research has so far been delayed by the pandemic.

Keywords: exoskeleton device, rehabilitation, spinal cord injuries

Rövidítések:

DEXA: dual energy X-ray absorptiometry

FDA: Food and Drug Administration (USA)

FES: funkcionális elektromos stimuláció

GINOP: Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program

OMINT-OORI: Országos Mozgásszervi Intézet – Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet

PTE: Pécsi Tudományegyetem

A mobilitás károsodásával járó gerincvelő sérülések száma fokozatosan nő a különböző mozgásszervrendszert és mobilitást érintő betegségek és balesetek következtében. A nyaki szakasz alatti sérülés során ugyan a felső végtag épsége megmarad, de a betegek részben vagy teljesen elvesztik a motorikus és szenzorikus funkcióikat az alsó végtagokon. Ezáltal további járulékos egészségügyi problémák kialakulására is megnő az esély, növelve a közvetlen környezetre és a társadalomra gyakorolt teher hatása hosszútávú és relatív súlyos hatását [1]. Az egészségügyi igényen kívül is nagy a kereslet az *olyan technológiákra, amelyek robot-asszisztáltak*, annak érdekében, hogy megnöveljék az emberi erőt és a teljesítményt.

Amikor exoskeletonokról hallunk, leggyakrabban olyan robotikus eszközökre gondolunk, amik fiatalabb mozgássérülteknek adhatják vissza a járás élményét, esetleg katonai felhasználás területén az emberfeletti erő jut eszünkbe. Egyre bővülő számú projekt azonban a szenior populációt célozza meg. Az Európai Unió AXO Suit Projektje esetében egyéb felhasználásoktól eltérően csak bizonyos helyzetekben hordaná az eszközt a felhasználó, amíg az adott tevékenység megkívánja. Fontos megjegyezni, hogy nem robotikus technológiaként, hanem eszköz vagy szerszám megnevezésként tervezik bevezetni a technofóbia elkerülése végett [2].

A születések száma fokozatosan csökken a fejlett országokban ezért számos terület kutatója vizsgálja hogyan tartható meg a munkaképesség idősebb korban, milyen technológiákkal lehet az öregedő társadalom aktívabb éveit megnövelni.

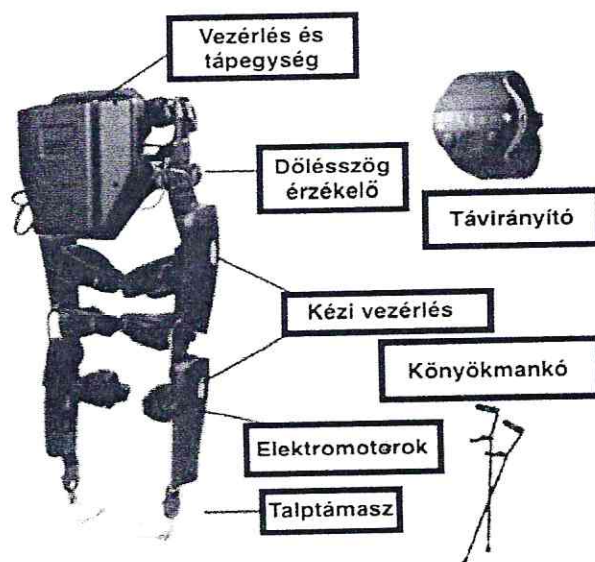
A világ egyik legöregebb populációja Japánban található, ahol a lakosság 26%-a 65 év feletti [3]. Válaszképp számos japán technológiai vállalat exoskeletonok fejlesztésébe fogott. Van olyan hátság-szerű szerkezet amely egy kézipumpa 30-szor történő működtetése után 25 kg-ot képes emelni. A Panasonic is saját gyártmányú exoskeletonokat fejleszt, megcélózva az idősebb munkavállalókat [4-5].

A kereslet várhatóan növekedni fog, amellyel összefüggésben lehet, hogy a japán kormány vizsgálja a nyugdíjkorhatár fokozatos emelését 60-ról 65 évre [6].

Folynak vizsgálatok esésmegelőzés területén is, ahol az exoskeletonokat, mint tartásjavító eszközt használták. 150 főt osztottak 2 csoportra, a 12 hónapos vizsgálat végén a kontroll csoporttal szemben a tartásjavító exoskeletonot használó csoportban a Tinetti és Pain Numeric skála szerint szignifikánsan csökkent az esés kockázata és javultak az életminőségi mutatók [7].

A PTE és az OMINT-OORI közös kutatása során a ReWalk® alsó végtagi humán exoskeleton terápiás használatának indikációit, a terápiás protokollok és hatások vizsgálatát, a fekvő- és járóbeteg rehabilitációs szakellátásban való szerepének feltárását vizsgálják.

A gerincvelő sérülés epidemiológiai jelentősége kiemelt fontosságú. A legtöbbször traumás eredetű sérülések globális incidenciája 10,5/100.000 fő, közel 770.000 fő évente [8]. Jellemzően az egyébként egészséges 30-40 év körüli korosztályt, többségében férfiakat érinti. Az immobilitás következtében gyakoriak a további komplikációk, ilyen többek között a diabetes mellitus, az osteoporosis, a decubitus, az atherosclerosis, a depresszió és a pathológiás fracturák [8]. A gerincvelő sérülést követően a legfontosabb rehabilitációs cél az immobilizációból adódó komplikációk elkerülése vagy következményeik minimalizálása. A fejlett technológiák, mint az exoskeletonok kiváló segítséget adhatnak a gerincsérültek rehabilitációjában.



1. ábra: ReWalk 6.0 alsó végtagi exoskeleton

Az exoskeleton segítségével, egyénre szabott paraméterek szerinti beállítással felállás, járás, leülés és lépcsőzés mozgások valósulhatnak meg. A ReWalk® FDA minősítéssel rendelkezik illetve otthoni használatra is alkalmas és engedélyezett. Az eszköz önhordó és önjáró, így a felhasználót nem terheli a készülék súlya, azonban könyökmankó használata szükséges a biztonságos alkalmazáshoz (1. ábra).

Vizsgálati céljaink között szerepel az exoskeletonnal végzett járásgyakorlatoknak a rehabilitációs folyamatba építése legalább 4 hónappal a sérülés után, ezáltal bizonyos funkcionális és élettani paraméterekben elérhető változások összehasonlítása a standard módon kezelttel szemben. Az adatgyűjtés során funkcionális és élettani paraméterek felvétele és követése történik (1. táblázat).

Funkcionális és élettani paraméter	Vizsgálati mód
Csontsűrűség	DEXA
Testösszetétel	Testimpedancia
Fittség	Spiroergometria
Gasztrintesztinális és urogenitális funkciók	Hasi ultrahang, urodinámia, defecációs skála
Általános közérzet és compliance	Kérdőívek

1. táblázat: A tervezett kutatás során vizsgált paraméterek.

Th4 csigolyaszint alatti gerincvelő sérülés paraparézissel vagy paraplégiával
Legalább 4 hónap intervallum a gerincvelősérülés időpontjától
A felső végtagok és a vállöv izomzatának megfelelő állapota könyökmankó használatához
Megfelelő csontdenzitás, amely DEXA lelettel alátámasztandó: csípő T-score: > -3.5
Ép csontvázrendszer, a stabil vagy stabilizált gerincsérülés mellett további, a segédeszköz használatot vagy a járást befolyásoló friss, még nem konszolidált csonttörés nem mutatható ki

1. táblázat: A tervezett kutatás során vizsgált paraméterek.

A vizsgálatok prospektív, kontrollált vizsgálati feltételeknek megfelelően zajlanak, legalább 6 hónapig minden beteg esetében. A kontroll csoportot az azonos betegpopulációból kikerülő személyek alkotják, akik szintén megfelelnek a beválasztási kritériumoknak, de kizárólag standard rehabilitációban részesülnek.

A ReWalk P6.0 exoskeleton terápiás használatára, a gyártó által meghatározott beválasztási kritériumok szerint szűrtünk jelentkezőket az intézményi gerincvelő sérült adatbázisból (2. táblázat).

A kutatási protokoll nemzetközi adatok alapján készült [9-12], amelyet az Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottság 46341-6/2019/EKU számmal engedélyezett.

A terápia során minimum két certifikált mozgásterapeuta foglalkozik egy pácienssel. A terápia 4 fázisra osztható, amelyekből az első három intenzív, heti 5 x 60-90 percet vesz igénybe. Az első fázisban egyénre szabott felkészítő gyógytorna, a robot irányításának megtanulása, a megfelelő ülőegyensúly és felső végtagi erőnlét kialakítása történik. Törzskontroll tesztel ellenőrizzük a változást, és engedjük a következő fázis megkezdését. A második szakaszban az eszköz önálló felvétele, felállás és leülés megtanulása történik. A harmadik fázisba való lépés feltétele itt is törzskontrollteszt és a Berg-Balance teszt sikeressége. A harmadik szakaszban már az önálló járás valósul meg, majd ügyességi tesztekkel zárjuk ezt a fázist. A negyedik szakaszban alacsonyabb intenzitású fenntartó járásterápia következik.

Th4 csigolyaszint alatti gerincvelő sérülés paraparézissel vagy paraplégiával
Legalább 4 hónap intervallum a gerincvelősérülés időpontjától
A felső végtagok és a vállöv izomzatának megfelelő állapota könyökmankó használatához
Megfelelő csontdenzitás, amely DEXA lelettel alátámasztandó: csípő T-score: > -3.5
Ép csontvázrendszer, a stabil vagy stabilizált gerincsérülés mellett további, a segédeszköz használatot vagy a járást befolyásoló friss, még nem konszolidált csonttörés nem mutatható ki
EasyStand-hez hasonló eszközzel magabiztosan képes állni a beteg, az ortosztikus hipotónia előfordulásának kizárása miatt
Jó általános egészségi állapot
Testmagasság: 160-190 cm
Femur hossz: 43,5 cm - 56 cm, tibia hossz: 36 cm - 48,5 cm
Testsúly: maximum 100 kg
Megfelelő, fiziológiás alsó végtagi ízületi mozgástartomány, kontraktúra nélküli állapot

2. táblázat: A tervezett vizsgálat beválasztási kritériumai

A tréninget és az utánkövetéses vizsgálatot minden beteg esetén minimum 6 hónapig folytatjuk. Szükség szerint pszichológus kolléga segítségét kérjük az aktuális pszichológiai kérdések tisztázására.

A ReWalk cég hivatalos képzése a PTE-n 2018-ban, az OORI-ban 2019-ben valósult meg, mely során a résztvevők elsajátították az eszköz hardver és szoftver alapjait, bemutatták az eszköz egyénre szabásának lehetőségeit, a használat számítógépes dokumentálását és követését, valamint a mozgásterapeuták felváltva kipróbálták az eszközt. A képzés teszt vizsgával zárult, amelynek sikeres teljesítése feltétele az eszköz terápiás használatának.

Az OMINT-OORI gerincvelő sérült betegeinek adatbázisából, a kutatási protokoll szerinti szempontok alapján 6 fő került beválasztásra. A beválasztásnál hátránynak bizonyult a járástréningek sűrű ütemezése, amely eleinte heti 5 napon át, napi 1-1,5 órát vesz igénybe. A vizsgálat tervezett indulása előtt egy találkozt tartottunk, ahol a jelöltek láthatták az eszközt működés közben, a megbeszélés alatt pedig minden résztvevő kérdéseit, észrevételeit megtárgyaltuk. 3 fővel terveztük indítani 2020 tavaszán a vizsgálatot, akik 6 hónapig a vizsgálati protokoll 4 fázisán haladtak volna végig. Ezalatt a beválasztásra kerültek többi 3 tagja alkotta a kontroll csoportot, a mindennapi életüket érintő változás, eszközhasználat nélkül. Valamint ez idő alatt terveztünk további, legkevesebb 3 fő bevonását. Az első vizsgálati csoport fél éves tréningje után a kontroll csoport kezd meg a 6 hónapos terápiát, újabb 3 fős kontroll csoporttal összehasonlítva. A vizsgálat a járványügyi korlátozások miatt nem indult el, ahogyan sajnos a pandémia következő hullámai miatt sem, így a beválasztott 6 fő ambuláns bejárása egyelőre nem tudott megvalósulni.

Így az OMINT-OORI munkatársaival két hospitalizált beteget mobilizáltunk az eszköz segítségével:

V.I.: 48 éves, Th3. szinten sérült parapleg férfi. A motorbaleset során elszenvedett sérülés időpontja 2020. szeptember 30., a Th3-4. csigolyák luxációs törése, canalis spinalis stenosis (műtét: dekompresszív stabilizáció); bal humerus fej ventrális luxáció, középső harmadi diszlokált fractura (műtét: repozíció, oszteosztézis); jobb radius vég törés, (oszteosztézis) és jobb I. metacarpus törés (tűződrótos rögzítés). 2020. november 2-án kezdődött a rehabilitációja. Esetében a sérülés magassága a vizsgálati protokoll határán volt, de mivel az érzékszóna később disztálisabbá is vált a törzsizmok reinnervációjával, a betegbiztonságot szem előtt tartva történt meg a mobilizálás próba megkezdése. Az eszköz próbája előtt megvártuk a

sérülésből adódó csuklófájdalom és az ortosztikus hypotónia csökkenését.

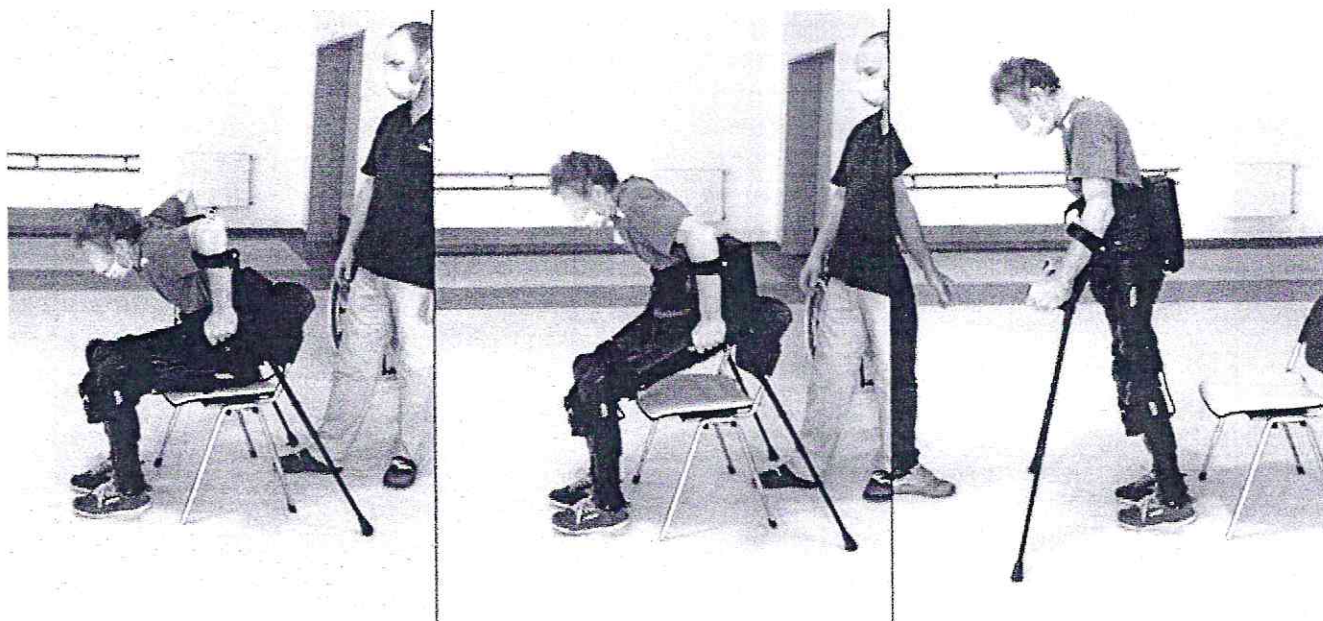
B.I.: 54 éves, Th12. szinten sérült parapleg férfi. A fáról leesés során elszenvedett sérülés időpontja 2020. december 21., a Th12. csigolya törése, harántlézió (Th11-L1., műtét: transpedikuláris csavarosrudas fixáció, Th12. laminektómia, merev törzsrögzítő korzett) illetve bal oldali 8-12. bordák törése alakult ki. 2021. január 12-én kezdődött a rehabilitációja. Esetében meg kellett várnunk a stabilizációs műtétet követő korzett viselésének elhagyását.

A rehabilitáció menete: A rehabilitáció szempontjából előnyös volt, hogy a két személy felső végtagi izomereje kiemelkedő volt. Tovább segítette az önellátási feladatok megtanulását, hogy a sérülési magasságnak megfelelően viszonylag nagy mennyiségű törzsizomzat maradt meg. Az exoskeleton használatához fontos felső végtagi erőt jó alapokról indulva súlyzós és saját testsúlyos edzések révén növeltük. Az egyensúlyt ülőegyensúly gyakorlatokkal fejlesztettük, amit kezdetben az ágy szélén ülve végeztünk. Az ágy szélén ülve szimmetrikus, majd aszimmetrikus kargyakorlatokat végeztünk, később nehezítettük súlyzókkal, végül tovább növelve az alátámasztás instabilitását dynair párnával.

Az állítást egy állító kalodában kezdtük, a függőleges helyzet idejét fokozatosan emelve hamar elértük az ortosztikus hypotónia megszűnését. Spazmus nem jelentkezett, ami az exoskeleton gyakorlása szempontjából kedvező.

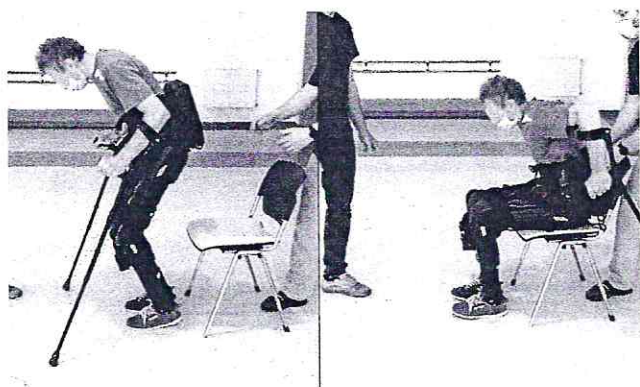
Az eszközt mindketten 3 alkalommal próbálták ki. A próbák előtt több bemutatón is jelen voltak, amikor az eszközt üresen használtuk, ismertettük a működését, demonstráltuk, hogy milyen funkciókat képes végrehajtani.

A székre, ülő pozícióban elhelyezett exoskeletonba B.I. a kerekesszékből egyedül átült, V.I-t ketten emelve helyeztük az eszközbe. Rögzítés után a kezeikbe adtuk a két könyökmankót, mindkettejük esetében egy segítő hátulról, egy előlről biztosított, egy harmadik terapeuta pedig a kommunikátort kezelte. Rávezetés céljából először a segítők végezték a felállítást és a leültetést, ők passzívan élték meg az eseményeket. Célunk volt, hogy először így tapasztalják meg, mikor mi történik, milyen a térérzékelésük az exoskeleton viselve. Az első próbánál a mankók helyes használatára is nagy hangsúly helyeződött, fontos volt megtapasztalniuk a kezdő lökéshez szükséges optimális erőt, időzítést és helyzetet, amellyel az eszköz is függőleges helyzetbe kerül. Amennyiben ez elmarad, vagy nem elegendő, az érzékelők letiltják a felállást és a gép visszaül a kiinduló helyzetbe.



2. ábra: Ülésből felállás

Amennyiben a kezdő lökés sikeres, a következő fontos mozzanat a mankók előre helyezése. Viszonylag rövid idő alatt kell jó helyre támaszkodni, hogy biztonságos legyen az állás (2. ábra). Az állásból való leülésnél a mankók segítségével kontrollálható a leülés (3. ábra). Látható, hogy mennyire fontos kitapasztalni az optimális mozdulatokat, időzítést és helyzeteket.



3. ábra: Állásból leülés



4. ábra: Járás a ReWalk 6.0 exoskeletonnal

A két páciensünk közötti törzsizom- és felső végtagi erő különbségek és mozgásterjedelembeli differenciák nem okoztak lényeges eltéréseket a felállás és leülés gyakorlása során.

A felállást követően a következő lépés az elindulás. Ennek feltétele, hogy a dinamikus állást jól kontrolláljuk, azaz a súlypont áthelyezések megvalósulhassanak. Itt jelentkeztek különbségek, ami az ép törzsizomzat eltérő mértékének tulajdonítható. Az állásban végezhető egyensúly gyakorlatok egyike a súlypont jobb, majd bal karra helyezése, egészen odáig, hogy a test láthatóan kidőljön az adott oldalra, hogy a másik alsó végtagról levegye a terhelést. Ez

feltétlenül szükséges a lépés elindításához, miután a robot ezt a pozíciót értékeli elindulási szándéknak. A felállás után B.I. ezeket a gyakorlatokat kellő magabiztossággal és biztonsággal végezte, így lehetőséget láttunk arra, hogy kipróbáljuk a járás funkciót (4. ábra). A kommunikátorral elindítjuk az eszköz járás funkcióját, az ehhez szükséges súlypont áthelyezéseket a segítők irányítják az eszközt fogva. A viselő először passzívan követi az eseményeket, majd megpróbálja felvenni a ritmust és a karjaival, törzsével úgy mozogni, hogy fokozatosan át tudja venni az irányítást.

A PTE-n T.L. tréningje 2018-ban indult, mely során egy 2 évvel korábbi autóbaleset következtében kialakult politraumatizált, Th11 harántlézió következtében parapleg férfit beteg mobilizálását kezdtük meg. A felkészítés során az eszköz használatának tanulása sikeresen megtörtént, akadálypályák leküzdését eredményesen abszolválta, 2019-ben pedig egy további képzés segítségével a lépcsőzés funkciót is megfelelő biztonsággal alkalmazta.

Jelenleg is a pandémiával összefüggő korlátozások miatt ideiglenesen felfüggesztődtek a kutatási célú rehabilitációs vizsgálatok, ami akadályozza a további vizsgálati személyek kutatásba történő bevonását is. Közben a multicentrikus vizsgálatról megjelent az Orvosi Hetilapban is közlés [12], valamint számos felkérés érkezett hasonló kutatásra egyéb alsó végtagi exoskeleton gyártó és forgalmazó cégektől. A jövőt illetően felmerült a terápia

összekapcsolása egy, szintén az OMINT-OORI-ban zajló FES vizsgálattal.

Bízunk benne, hogy hamarosan megkezdődhet az engedélyezett kutatás, és megvizsgálhatjuk hipotézisünket, amely szerint az alsó végtagi exoskeletonnal végzett magas intenzitású járástréning preventív hatású, illetve csökkenti az immobilizációból fakadó szövődmények kialakulásának kockázatát gerincvelő sérültek esetében. A keletkező adatokból vizsgálhatóvá válhatnak az eszköz hazai elterjedésének és adaptációjának finanszírozási lehetőségei.

Köszönetnyilvánítás:

Köszönettel tartozunk a PTE és az OMINT-OORI minden dolgozójának akik részt vettek és vesznek a vizsgálat szakmai, előkészítő és megvalósítási munkáiban.

Irodalom:

1. Yi Kang, Han Ding, Hengxing Zhou et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. Journal of Neurorestoratology, December 2017
2. <https://www.axo-suit.eu>
3. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Aging Demographic Data Sheet 2018 (Laxenburg, Austria: IIASA, 2018).
4. <https://innophys.jp/en/product/power/>
5. <https://atoun.co.jp/en/products/atoun-model-y/>
6. <https://www.dw.com/en/japan-plans-to-raise-pension-age-beyond-70/a-42629344>
7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26849366/>
8. Ramesh Kumar, Jaims Lim, Rania A.Mekary et al. Traumatic Spinal Injury: Global Epidemiology and Worldwide Volume. World Neurosurgery Volume 113, May 2018, e345-e363
9. Miller LE, Zimmermann AK, Herbert WG. Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis. Med Devices (Auckl). 2016; 9: 455-466.
10. Mekki M, Delgado AD, Fry A et al. Robotic rehabilitation and spinal cord injury: a narrative review. Neurotherapeutics 2018; 15: 604-617.
11. Cheung EY, Ng TK, Yu KK, et al. Robot-assisted training for people with spinal cord injury: a meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2017; 98: 2320-2331.e12.
12. Luca Tóth1, Viktória Bors, Adrienn Pallag és mtsai. Traumás gerincvelősérültek rehabilitációja alsó végtagi humán exoskeletonnal. Orvosi Hetilap. 2020 Volume 161: Issue 29

Nyilatkozat

A közlemény más folyóiratban korábban nem jelent meg és máshová beküldésre nem került. A levelező szerző elolvasta a szerzői instrukciókat.

Anyagi támogatás: A kutatásunk során használt eszközök a GINOP-2.3.3-15-2016-00032. sz. „Neurorehabilitáció és Ember-Gép Kapcsolat Kutatási Központ” című pályázat támogatásából kerültek beszerzésre, a vizsgálat a Pécsi Tudományegyetemen a Tématerületi Kiválósági Program 2020 "nemzeti kiválóság" alprogram „Biomedical Engineering” című tématerület (2020-4.1.1-TKP2020). Az OMINT-OORI-ban történt vizsgálat anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás: S.B., H.G.: Az irodalomkutatás, összefoglalás és a gyakorlati munka szövegezése. T.L., M.P., B.A., F.M., K.A., R.E., F.P., E.P., V.K., P.L., Cs.P.: Szakmai véleményezés. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.