

ALSÓ VÉGTAGI INTERAKTÍV ESZKÖZZEL VÉGZETT TERÁPIA

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalomjegyzék

1	Általános bevezető	4
1.1	Fejlett technológián alapuló eszközök felosztása	5
1.2	Fejlett technológián alapuló eszközök gyakorlati alkalmazása	7
1.2.1	Milyen kórképek esetén javasolt a fejlett technológián alapuló terápiák alkalmazása?	7
1.2.2	Hogyan érdemes a fejlett technológián alapuló eszközöket beilleszteni a komplex rehabilitációs programokba?	8
1.2.3	Hogyan válasszuk ki az ideális fejlett technológián alapuló interaktív terápiás eszközt?	8
2	Alsó végtagi interaktív terápiás eszközök bemutatása	10
2.1	C-Mill VR	10
2.2	HERO Solution	11
2.3	Tymo	12
2.4	Pablo	13
2.5	Vibramoov	14
3	Alkalmazási területek, indikációk, terápiás alkalmazhatóság	15
4	Kontraindikációk, korlátozások, kockázati tényezők	18
5	Objektív mérési lehetőségek	21
6	Terápia előkészítése és folyamata alsó végtagi interaktív eszközzel	22
7	Gyakorlati alkalmazás közben felmerülő lehetséges nehézségek	24
8	Karbantartás:	30
9	Felhasznált és javasolt irodalom	31
10	Képmellékletek	34

Ez a protokoll az EFOP-1.8.26-23-2023-00002 „Az egészségi állapot helyreállításához szükséges modern feltételek biztosítása” című projekt keretében készült. A protokoll bárki számára hozzáférhető, nyilvános dokumentum, de mint egyéb szellemi termékek esetében idézni, illetve hivatkozni rá csak a forrás megjelölésével szabad. Tartalmának ezen túlmenő felhasználása a szerzők engedélyéhez kötött.

1 Általános bevezető

A fejlett technológiával végzett terápia, mint a neurorehabilitáció innovatív területe, az elmúlt években gyorsan bővült, hiszen a technológia fejlődése lehetővé tette olyan eszközök alkalmazását, amelyek az egyszerű mozgásoktól kezdve az összetettebb feladatokig képesek segíteni a mozgásfejlesztést. Fejlett technológián alapuló interaktív eszközök terápiában való alkalmazása számos előnnyel jár, melyet elsősorban a neurorehabilitációban alkalmazunk. Ilyen előny többek között a nagyobb pontosság, a megismételhetőség, a hagyományos terápiás módszerekhez képest a terapeuta kisebb fizikai igénybevétele, a teljesítmény visszajelzés és az objektív mérési lehetőségek. További előny, hogy biztonságos és ellenőrzött környezetet biztosítanak olyan mozgások és feladatok gyakorlására, amelyek elvégzése a hagyományos terápiás környezetben nehéz lehet.

A fejlett technológián alapuló interaktív eszközök alkalmazása nem helyettesíti, hanem kiegészíti a hagyományos terápiás módszereket. Ezek az eszközök, bár rendkívül hasznosak; kizárólag kiegészítő terápiaként szolgálnak, nem helyettesítik a hagyományos gyógytornát vagy más terápiás módszereket. A technológia segít abban, hogy a terápia hatékonyabb, célorientáltabb és személyre szabottabb legyen, de a betegek gyógyulásának és fejlődésének alapja továbbra is a hagyományos terápiás eljárásokon és a terapeuta szakértelmén alapul. Továbbá, a fejlett technológián alapuló interaktív eszközök használata nem váltja ki a mozgásterapeuták feladatát, hiszen ők biztosítják azt az emberi interakciót és támogatást, illetve azt a széleskörű szakértelmet, amely elengedhetetlen a rehabilitációs folyamatban.

Ezeket az eszközöket úgy tervezték, hogy ismétlődő és szisztematikus mozgások kivitelezésére legyenek alkalmasak, így segítenek javítani a motoros funkciókat, növelni a mozgástartományt és az izomerőt, illetve fejleszteni a koordinációt.

Emellett további előny, amit a technológiai eszközök kínálnak, az az azonnali visszajelzés. A páciensek valós időben képesek látni és értékelni saját teljesítményüket. Ez a fajta azonnali feedback lehetővé teszi számukra, hogy lássák a fejlődésüket, ami erősíti az elköteleződésüket és motiválja őket a folyamatos gyakorlásra.

A motiváció kulcsfontosságú tényező. A betegek motivációjának fenntartása és növelése jelentősen befolyásolja a terápiás folyamat sikerességét és a beteg által elért haladást. A fejlett technológiával végzett terápia ebben az összefüggésben is nagy szerepet játszik, hiszen számos módon képes pozitív hatást kifejteni a betegek motivációjára.

A gamifikáció, azaz a terápiás gyakorlatok játékosítása, jelentősen növeli a betegek érdeklődését és lelkesedését. Ez azért fontos, mert a betegek gyakran nehezen motiválhatók a hosszantartó és fárasztó gyakorlatok elvégzésére. A gamifikációval a betegek úgy érezhetik, hogy a terápia maga, amin részt vesznek, játék és ez növelheti a motivációjukat és elköteleződésüket. Az eszközök gyakran a virtuális valóság elemeit is integrálják, amelyek a betegek teljesítményének és fejlődésének nyomon követésére is használhatók.

Az objektív mérési lehetőségekkel nyert adatok is hozzájárulnak a motiváció növeléséhez. Az objektív mérési lehetőségek rendkívül fontosak, mert hiteles és pontos információt szolgáltatnak a betegek aktuális állapotáról és a terápiás folyamat során elért haladásról. A fejlett technológián alapuló interaktív eszközökkel végzett mérések lehetővé teszik az egészségügyi szakemberek számára, hogy a rehabilitációs folyamat minden lépését nyomon kövessék, és így pontosabban értékeljék a terápia hatékonyságát.

1.1 Fejlett technológián alapuló eszközök felosztása

A modern technológia számos olyan eszközt kínál, amelyek a rehabilitáció területén biztosítanak új terápiás megközelítéseket. Ezeket az eszközöket többféle kategóriába sorolhatjuk. A rehabilitációban használatos robotokat két nagy csoportra oszthatjuk: a funkciót fejlesztő terápiás eszközökre és az önellátást segítő eszközökre.

A terápiás eszközöket további alcsoportokra bonthatjuk: felső végtagi, alsó végtagi, egyensúlyfejlesztésre vagy kognitív fejlesztésre szolgáló eszközökre, illetve további szempontok, például a motorika jelenléte alapján is kategorizálhatók: valódi robotok és nem valódi robotok (vagy másképp: komputerizált interaktív eszközök). A valódi robotok azok, amelyek motorral vannak felszerelve, így képesek önállóan mozgatni a páciens egyes testrészeit, anélkül, hogy a páciensnek saját izomerejét kellene használnia. Ezzel szemben a nem valódi robotoknál nincs jelen motor, így a páciensnek saját erejét kell használnia az eszköz működtetéséhez. Ugyanakkor ezeket az eszközöket

mégis a modern technológiai eszközök között említjük, mivel számos fejlett funkcióval rendelkeznek. Ilyenek például a dinamikus testtömeg-támogatás, mozgásérzékelő szenzorok, virtuális és kiterjesztett valóság technológiák, vizuális visszajelző rendszerek vagy akár az objektív mérések lehetősége. Ugyanaz a feladat végezhető software segítségével valódi és nem valódi robotos eszközök használatával egyaránt.

A terápiás eszközök további kategóriába sorolása a testrészenkénti osztályozás szerint történik: felső végtagi eszközök és alsó végtagi eszközök.

A felső végtaghoz tartozó eszközök esetén további felosztás történik attól függően, hogy a végtag proximális, disztális részét, vagy akár az egész testrészt kezelik.

Az alsó végtaghoz kapcsolódó eszközök a rehabilitációs folyamat különböző szakaszaiban kerülnek alkalmazásra. A korai rehabilitációs szakaszban, amikor a beteg állapota még súlyos, az eszközök motorral vannak felszerelve, így nagy mértékű támogatást biztosítanak a páciens számára. Ezek az eszközök még a törzskontroll és alsó végtagi izomerő hiányában is használhatók. Abban az esetben amikor már egy bizonyos szintű törzskontrollal rendelkezik, de az alsó végtag izomereje még nem elegendő, az exoskeleton vagy end-effektor típusú robottechnikát alkalmazzuk, amely mozgatja a páciens alsó végtagját.

Mit is jelent az exoskeleton és az end-effektor?

A rehabilitációban az exoskeleton és az end-effektor két különböző eszköztípust képvisel, melyek eltérő funkciókat látnak el.

Az exoskeleton egy külső vázrendszer, amely közvetlenül a testre illeszkedik, az alsó végtagon, a felső végtagon vagy a teljes testen helyezkedik el. Az eszköz nagyon komplex, mivel az emberi test minden mozdulatát követnie kell, és általában motorokkal, érzékelőkkel és vezérlőrendszerekkel van felszerelve. Adott izmok terápiája az ízületi mozgások kiszámított nyomatékokkal történő szabályozásával lehetséges. Célja, hogy támogassa, erősítse vagy helyettesítse a páciens saját mozgásait, és így segítse a mozgásfejlesztést.

Az end-effektorok egy távoli ponton kapcsolódnak a betegekhez, és az eszköz ízületei nem egyeznek az emberi ízületekkel. A disztális határfelületen keletkező erő egyidejűleg más ízületek helyzetét is megváltoztatja, megnehezítve egyetlen ízület izolált mozgását.

Tovább haladva a rehabilitációs folyamatban, amikor a páciens már rendelkezik alsó végtagi izomerővel, dinamikus testtömeg-támogatást alkalmazva tud részt venni a terápiás foglalkozásokon. A dinamikus testtömeg-támogatás segít abban, hogy a páciens a saját testsúlyának csak egy részét viselje, miközben gyakorol, így könnyítve a járást vagy az állást. Ez különösen hasznos a sérült vagy gyenge izmokkal rendelkező pácienseknek, mivel csökkenti az izmokra nehezedő terhelést, és így lehetővé teszi a biztonságos gyakorlást. Végül, amint a páciens állapota jelentős mértékben javul és megerősödik, a futópad és más fejlett technológiai eszközök kombinációjával készülnek fel a mindennapi élethelyzetekre, a virtuális valóság és a kiterjesztett valóság technológiáinak segítségével. A futópadok és egyéb technológiai eszközök alkalmazása tovább növeli a gyakorlatok intenzitását és változatosságát, elősegítve a páciens további fejlődését. A virtuális és kiterjesztett valóság technológiák pedig motiváló elemként szolgálnak, mivel a páciensek valósághű környezetben érezhetik magukat, miközben a terápiás gyakorlatokat végzik.

1.2 Fejlett technológián alapuló eszközök gyakorlati alkalmazása

1.2.1 Milyen kórképek esetén javasolt a fejlett technológián alapuló terápiák alkalmazása?

A fejlett technológiával támogatott terápia számos kórkép esetén kínálhat hatékony megoldást. Ennek ellenére fontos hangsúlyozni, hogy bár sok beteg számára előnyös lehetőségeket kínálnak, nem minden esetben jelentenek optimális megoldást. A terápia alkalmazása mindig az egyéni igényekre és az egészségügyi szakemberek döntéseire kell, hogy épüljön. A szakirodalom és a gyakorlati tapasztalatok alapján ajánlott ezen terápiás eszközök alkalmazása stroke-ot, traumás agysérülést elszenvedett betegek vagy gerincvelősérült rehabilitációjában, illetve egyéb neurológiai rendellenességekben, mint például a sclerosis multiplex, továbbá ortopédiai műtétek utáni rehabilitációban, ezeken kívül az idős korosztály, mint geriátriai csoport körében is alkalmazhatók.

Mielőtt bármilyen kezelést alkalmazunk, alapvető fontosságú egy részletes állapotfelmérés elvégzése, a funkciózavarok megállapítása az egész szakértői csapat bevonásával. Csak akkor léphetünk tovább a fejlett technológián alapuló terápiás eljárásokhoz, ha teljes bizonyossággal kijelenthető, hogy nincs kontraindikáció. Minden terápiás eszköz esetében különböző kontraindikációkat kell mérlegelni, és ennek megfelelően kell a kezelést biztosítani a betegek számára. A kontraindikációk részletes leírását a felhasználói kézikönyvek tartalmazzák, továbbá minden döntést a kezelőorvos jóváhagyása mellett

kell meghozni. Ahogy más terápiás módszereknél is előfordul, itt is lehetnek relatív kontraindikációk. Ilyen esetekben mérlegelni kell, hogy a terápiával járó előny több-e, mint a kockázat.

1.2.2 Hogyan érdemes a fejlett technológián alapuló eszközöket beilleszteni a komplex rehabilitációs programokba?

A fejlett technológián alapuló interaktív eszközök integrálása a komplex rehabilitációs programokba körültekintő tervezést és szakértelmet igényel. Ezen eszközök alkalmazása, bár innovatív és ígéretes, csupán kiegészítő terápiás lehetőségként szolgál; nem helyettesíthetik a hagyományos terápiás módszereket, melyek a rehabilitációs folyamat alapvető pillérei.

Minden beteg egyedi, így a terápiás igények és lehetőségek is eltérők. Az indikációk és kontraindikációk alapos ismerete elengedhetetlen ahhoz, hogy a legmegfelelőbb technológián alapuló eszközt válasszuk ki a beteg számára. Egy multidiszciplináris csapatmunka keretében orvosok, mozgásterapeuták és egyéb egészségügyi szakemberek együttműködése szükséges a legoptimálisabb terápiás terv kialakításához.

A terápia pszichológiai aspektusa sem hagyható figyelmen kívül. A modern eszközök, mint a robotok, hamis reményeket kelthetnek a betegekben, akik esetleg "csodaszereknek" gondolhatják őket. Ezért alapvető, hogy reális elvárásokat támasszunk és őszintén kommunikáljunk a betegekkel. Akár pszichológusok bevonására is szükség lehet, ami a rehabilitációs program során elősegítheti a betegek helyes tájékoztatását és támogatását. Miközben a fejlett technológián alapuló interaktív eszközök hozzáadott értéket képviselnek a rehabilitációs programban, fontos megérteni és hangsúlyozni, hogy ezek az eszközök nem "varázsgépek", hanem kiegészítő eszközök, melyek a komplex terápiás folyamat egyik alkotóelemeként működnek. A kezelésekhöz a páciens együttműködése, aktív részvétele, tanulási képessége nélkülözhetetlen.

1.2.3 Hogyan válasszuk ki az ideális fejlett technológián alapuló interaktív terápiás eszközt?

A betegek kezelésénél az elsődleges cél mindig az, hogy az adott állapotnak megfelelő, a legoptimálisabb eredményeket elérő, ugyanakkor a legkisebb kockázattal járó terápiás módszert alkalmazzuk. A fejlett technológiai eszközök kiválasztásánál a fókuszban a beteg specifikus

szükségei állnak, legyen szó akár felső végtagi, alsó végtagi, egyensúlyi vagy kognitív funkciók fejlesztéséről.

A felső végtagi kezelések során a beteg állapota és a terápiás célok alapján dönthetünk arról, hogy a végtag proximális vagy disztális részére koncentrálunk-e. Az eszközök közötti váltás is lehetőség, amennyiben úgy ítéljük meg, hogy egy másik eszköz hatékonyabb lehet a beteg jelenlegi állapotában.

Az alsó végtagi eszközök kiválasztásánál a rehabilitációs fázist és a beteg aktuális állapotát vesszük figyelembe. Egy súlyosabb állapotban lévő, kezdeti rehabilitációs fázisban lévő beteg számára olyan eszközt választunk, amely nagyobb támogatást nyújt és tehermentesíti a végtagot. Ahogy a beteg állapota javul, érdemes olyan eszközre váltani, amely nagyobb izomerőt igényel, kevesebb támogatást biztosít, interaktívabb, és a hétköznapi kihívásokhoz hasonló helyzetekkel szembesíti a beteget, akár valós tárgyakat is igénybe véve.

Egyes nehezítő tényezők alkalomadtán konkrét eszközök alkalmazását kontraindikálhatják. Ilyen esetben érdemes későbbi időpontban, a beteg állapotváltozása esetén újraértékelni adott eszköz alkalmazását vagy alkalmatlanság esetén eszközváltás sem elvetendő.

Összegzésképpen a fejlett technológián alapuló eszközök beépítése a rehabilitációs programba kiváló eredményeket hozhat azoknak a betegeknek, akik számára ez az eljárás ideális. A különböző ilyen eszközökkel végzett terápiás módszerek részletes ismertetése és alkalmazási területe a következő fejezetekben kerül tárgyalásra.

2 Alsó végtagi interaktív terápiás eszközök bemutatása

A bevezetés után a jelen fejezetben a teljesség igénye nélkül néhány, a témakörben releváns eszköz kerül példaként röviden bemutatásra. Az alsó végtagi interaktív terápia számos fejlett technológián alapuló eszköz alkalmazásával valósítható meg. A teljesség igénye nélkül ilyen eszközök például a Motek által fejlesztett C-Mill VR, HERO Solution, M-Gait, GRAIL és CAREN, továbbá a Zebris RehaWalk, a Biodex Gait Trainer 3 és az Aretech Ovation nevű eszközei is. Ugyanígy alsó végtagi interaktív terápiára alkalmas eszközök az osztrák Tyromotion cég Tymo és Pablo vagy a francia Techno Concept cég Vibramoov eszközei is.

2.1 C-Mill VR

A C-Mill VR egy olyan eszköz, amellyel álló helyzetben egyensúlyfejlesztés, az egyik alsó végtagról a másikra való testsúlyáthelyezés, a figyelem fejlesztése, illetve a járás és a járás közben a különböző, akár váratlan helyzetekhez való adaptáció gyakorlása valósítható meg futópadon, szükség esetén egy dinamikus, mértékét tekintve egyénileg beállítható testtömeg-támogatás mellett. Mindezek által a C-Mill egyes betegek rehabilitációjának akár már a korai, de a későbbi fázisában is jól alkalmazható lehet. Az egyensúlytartás és a járás meghatározott paramétereinek felmérése, analízise végezhető az eszközzel, mivel a futópadban a plantáris nyomás érzékelésére alkalmas szenzorok találhatók. Az eszköz egy visszajelző (biofeedback) rendszerrel is rendelkezik, amellyel egy virtuális környezetben azonnali audiovizuális funkcionális visszajelzést is tud biztosítani a terápia alatt a betegek teljesítményéről a páciensek és a terapeuták számára. Az C-Mill az adatokat nem csak célzottan a felmérések során, hanem a terápiás foglalkozások alatt is folyamatosan gyűjti és menti, amelyek így később is visszakereshetők. Ezáltal az eszközzel végzett terápia egészen pontosan az adott beteg aktuális egyéni szükségleteihez igazítható. A C-Mill alkalmas annak a fejlesztésére, hogy a páciens képessé váljon a mindennapi, változó életkörülményekhez való alkalmazkodásra és a járás során jelentkező esetleges akadályok leküzdésére (mint például tárgyak átlépése, kikerülése, lépések gyorsítása, lassítása vagy az alsó végtagoknak egy pontosan meghatározott területre való helyezése, stb). A járás közbeni ilyen jellegű gyakorlás a C-Mill 1 méter széles és 3 méter hosszú, a megszokottnál tehát jóval szélesebb és hosszabb futópadján valósítható meg. Ez lehetővé teszi, hogy a páciensnek elegendő ideje legyen észlelni a futópadra kivetített objektumokat és így időben tudjon reagálni is

ezekre az alapján, hogy éppen milyen feladat teljesítését kéri tőle a terapeuta. Mindez pedig egy rendkívül biztonságos környezetben gyakoroltatható a betegekkel a C-Mill segítségével. A biztonságos környezetet főként az eszköz részét képező dinamikus testtömeg-támogató vagy esés megelőző rendszer (speciális hevederek), továbbá a futópad két oldalán elhelyezkedő, állítható korlát, illetve az eszköz több pontján elhelyezett vészleállító gombok is biztosítják. A játékos jellegű terápiás feladatok vagy a páciens előtt egy nagyobb képernyőn megjelenített virtuális valóságban végezethetők, vagy a futópadra az eszköz oldalán, illetve elején elhelyezett kamerákkal kivetített kiterjesztett valóság által létrehozott valósághű helyzetekben gyakoroltathatóak. A kamerákkal a beteg járásképe is rögzíthető, a videófelvétel elmenthető, ami akár a terápia közben, akár a terápia után egy további vizuális visszajelzést biztosíthat a pácienseknek és a terapeutáknak egyaránt.

A C-Mill-hez hasonló, futópadon való interaktív, akár (dinamikus) testtömeg-támogatás melletti terápia megvalósítására alkalmas néhány további eszköz:

- M-Gait (Motek)
- GRAIL (Motek)
- CAREN (Motek)
- RehaWalk(Zebris)
- Gait Trainer 3 (Biodex)
- Ovation (Aretech)

2.2 HERO Solution

A Motek által megalkotott HERO Solution egy öt elemből álló rendszer, amellyel főként az alsó, de a felső végtagi károsodások utáni rehabilitáció is támogatható. A HERO Solution-höz négy olyan gép tartozik, amelyek hagyományos formában jellemzően az edzőtermekben vagy a rehabilitáció területén a sportterápiában is megtalálhatóak. Az egyik ilyen eszköz a C-Mill HERO nevet viselő futópad, amely ugyan hasonló a korábban bemutatott C-Mill VR-hoz, azonban a futópad mérete kisebb és a dőlésszöge is állítható, valamint nem tud dinamikus testtömeg-támogatást biztosítani. A HERO Solution része továbbá az MR Functional Squat nevű, célzott (egy vagy kétoldali) alsó végtagi izomerő fejlesztésére használható eszköz. Mind az alsó, mind a felső végtagi terápiában alkalmazható az MR Cube, amely egy könnyen hordozható és a mozgásgyakorlás során a pácienshez változatos módokon

rögzíthető eszköz. Végül a HERO Solution-höz tartozik az MR Cable Column is, amellyel főleg a törzs és a karok izomerő fejlesztése valósítható meg interaktív módon. Ezt a négy különálló eszközt a HERO Solution egy ötödik elemével, a FysioRoadmap és MRS Device Software nevet viselő szoftverrel kapcsolták össze, amely objektív felmérésre és interaktív terápiás feladatvégzésre, eközben pedig egy valós idejű visszajelzésre (feedback) is lehetőséget biztosít. A szoftver mind a felmérések, mind a terápia alatt egy, a klinikai protokollok alapján felállított progresszív megközelítést tesz lehetővé, így az eszközök alkalmazása adaptálható a rehabilitáció különböző fázisaihoz. Ugyanakkor szükséges megjegyezni, hogy az eszközök alapvetően a már jobb funkcionális állapotban levő betegek kezelésére alkalmasak. Az izomerő fejlesztése mellett a neurológiai alapon, neuromuszkuláris érintettség következtében létrejött koordinációs deficit javítása, a propriocepció zavar javítására és a különböző alsó és felső végtagi funkcionális mozgások gyakorlására is használhatóak. Számos alsó és felső végtagi izomcsoport izotóniás koncentrikus és excentrikus, valamint izometriás izomerő fejlesztése is végezhető az eszközökkel. A HERO Solution-höz tartozó egyes eszközök használata a terápia során egymással is kombinálható, további lehetőséget adva ezáltal arra, hogy a páciens figyelmének megosztásával egy időben több feladat is végezhető legyen („dual task”).

2.3 Tymo

A Tyromotion cég által gyártott Tymo főként az ülő- és állóegyensúly fejlesztésére alkalmas interaktív, komputer asszisztált eszköz, amelynek fő eleme egy erőmérő szenzorokat tartalmazó terápiás lemez. Erre a terápiás lemezre a páciens ráállhat, ráülhet, akár a kezeivel is rátámaszkodhat, ezáltal igen változatos feladatvégzésre adhat lehetőséget az eszköz. Továbbá különböző instabil felszíneket is hozzá lehet kapcsolni a lemezhez, ami lehetővé teszi egyre nehezebb szintű egyensúlyi feladatok gyakorlását is. Az eszköz megfelelő és hatékony használata a gyártó Tyromotion cég által kifejlesztett munkaállomáson is végezhető, amely a Tyrostation nevet viseli. A Tymo segítségével tehát a páciens előtti monitoron a virtuális térben megjelenő változatos egyensúlyfejlesztő feladatok gyakoroltathatóak, amelyek teljesítéséhez az antero-posterior és/vagy a laterális irányú testsúlyáthelyezés, a testtömegközéppont közepén tartása, az egy lábon állás, vagy az instabil felszínen történő egyensúlytartás szükséges a beteg részéről. Továbbá az eszköz a járás előkészítése céljából is alkalmazható, például az egyhelyben való járás, közben akár a ritmusnak megfelelő lépések gyakorlása, esetleg az eszközről való bármilyen irányú le és fellépések gyakorlása által. Mindezek

mellett a Tymo-val változatos testhelyzetekben (például négykézláb helyzetben, térdelésben, guggolásban, tandem állásban, stb) a test szimmetriatartása is fejleszthető.

2.4 Pablo

A Pablo egy alsó és felső végtagi interaktív terápiára is lehetőséget adó, igen széles körben alkalmazható, sokrétű eszköz, amely az interaktív mozgásfejlesztés során a betegek teljesítményéről audiovizuális visszajelzést tud adni mind a páciensek, mind a terapeuták számára. Különböző izgalmas terápiás feladatok biztosíthatók vele, amelyek a végtagok kezelése mellett például a törzskontroll fejlesztésére is alkalmasak (részletesen ld. Felső végtagi interaktív eszközös terápia protokoll leírásában). Az alsó végtagi interaktív terápia szempontjából releváns részei az eszköznek a kettő darab három dimenzióban történő mozgásérzékelésre alkalmas szenzor. Ezek a test különböző szegmentumaira, így az alsó végtagokra is akadály nélkül rögzíthetők, mivel a számítógéppel vezeték nélküli Bluetooth kapcsolattal vannak összeköttetésben és a töltésük is vezeték nélküli módon történik (a szenzoroknak a töltőállomásokra való helyezése által). A mozgásérzékelő szenzorok, amelyek annak a testrésznek a helyzetét, pozícióját képesek érzékelni, amelyekre felhelyezésre kerülnek, számtalan lehetőségek kínálnak arra, hogy a terapeuta kreativitásához adaptálható legyen a Pabloval végzett terápia. A szenzorok változatos módon való felhelyezhetősége például nem csak unilaterális, hanem bilaterális alsó végtagi tréning kivitelezésére is alkalmassá teszi az eszközt. Ugyan nem ennek a protokollnak a részét képezi, de említés szintjén fontos, hogy a szenzorok a törzsre, a fejre és a felső végtagokra is helyezhetők, így fej- és törzskontroll gyakorlása, valamint felső végtagi interaktív terápia is biztosítható a Pabloval (részletesen ld. a megfelelő protokollok leírásaiban). A felső végtag és a törzs kezeléséhez ugyanakkor vannak a Pablónak egyéb, az alsó végtagi terápia szempontjából nem releváns elemei is, amelyek így itt most nem kerülnek bemutatásra.

A kezelések egy biztonságos környezetben különféle károsodásokkal és különböző fogyatékosági szinttel rendelkező páciensek számára valósíthatók meg mind a felnőttek, mind a gyermekek rehabilitációjában. Fontos továbbá megemlíteni, hogy az eszköz a szenzorok által objektív adatokat biztosító felmérésekre, a terápia nyomon követésére és kiértékelésére is lehetőséget biztosít.

2.5 Vibramoov

A Vibramoov a Techno Concept cég által forgalmazott eszköz-rendszer, amellyel szenzoros, propioceptív stimuláció végezhető célzott rezgések által. Az eszköz a motoros funkciók és az azokhoz tartozó neuro-szenzoros információk közötti koordináció ismételt kialakulását segítheti. Egy funkcionális propioceptív stimulációra ad lehetőséget azáltal, hogy a fiziológiás mozgás által keltett érzékszervi információkkal megegyező szenzoros információk központi idegrendszer felé való továbbítását váltja ki meghatározott paraméterű rezgések által. A stimulátorokat a test megfelelő pontjaira rögzítve az eszközzel létrehozott specifikus rezgések által ingerületbe hozhatók az adott területen levő mozgásérzékelő propioceptorok. Ezek a mozgás érzetét továbbítják a központi idegrendszer felé anélkül, hogy valódi elmozdulás létrejött volna. Ezáltal lehetségessé válhat a mozgáshoz társuló érzékszervi funkciók fenntartása olyan esetekben is, amikor a mozgás kivitelezése nem lehetséges. Továbbá mozgásérzet révén az eszköz kiválthatja a terápia közben az érzetnek megfelelő motoros válasz létrehozását is. Mindez a mozgásminták megőrzése, a neuroplaszticitás stimulálása érdekében, a mozgások újraindítása és újratanulása során fontos szerepet játszhat.

Az eszköz ugyanakkor egy másik módban is használható az izomtónus regulálása, szabályozása céljából. Ilyenkor a vibrációt létrehozó stimulátorokat a meghatározott izmokra, az izomhas közepére kell felhelyezni. Ennek célja lehet az adott izom állapotának megőrzése, illetve az agonista és antagonist izmok tónusának regulációja, így az aktivitásuk közötti megfelelő szabályozás támogatása. Azonos állapotú betegek akár egyidejűleg is kezelhetők az eszközzel, ami elősegítheti az eszköz jobb kihasználhatóságát a napi munkában. Egy – főként neurológiai – betegség vagy sérülés korai, akut fázisában a Vibramoov segítheti a feszes izomtónus, spaszticitás kialakulásának megelőzését; a szubakut és krónikus fázisokban pedig mérsékelt spazmus fennállása esetén a spasztikus izomra, súlyos spazmus esetében pedig az antagonist izom hasra helyezve támogatható az eszközzel tónusreguláció.

Az eszköz felnőttek és gyermekek rehabilitációnak már egészen korai fázisába beilleszthető és befolyásolhatja a gyógyulás sebességét és mértékét is. Kialakítása révén fekvő betegek ágy melletti terápiájában is alkalmazható éppen úgy, mint a már jobb állapotú betegeknél különböző mértékű, a gravitációval szembeni tehermentesítés biztosításával vagy akár enélkül is, ha a páciensnek nincsen már szüksége az ilyen módon való támogatásra. Az eszköz továbbá egyaránt alkalmas a felső és az alsó végtagi károsodások kezelésére is. Az alsó végtagi terápia megvalósítható ágy mellett a fekvő

betegek esetében az alsó végtagok felfüggesztése által a gravitációval szembeni tehermentesítésben éppen úgy, mint félig ülő, vagy teljesen felegyenesedett pozícióban. Segíthető az eszközzel a poszturális kontroll fejlesztése, továbbá alkalmazható a járástréning során is akár futópadon, akár talajon történő („overground”) járásgyakorlás esetében.

3 Alkalmazási területek, indikációk, terápiás alkalmazhatóság

Mehrholz és munkatársai (2020) által a közelmúltban publikált szisztematikus szakirodalmi áttekintésben az alsó végtagi funkciójavítást segítő interaktív, komputer asszisztált kezelésekkel kapcsolatban további kutatómunkák elvégzését javasolták a szerzők a kezelések indikációinak pontosabb meghatározása, behatárolása érdekében. Az indikációk terén így jelen protokollban az előbb említett limitációk tudatában olvasható a témában jelenleg elérhető információk összegzése.

Az alsó végtagi aktív ízületi mozgások fejlesztése és az izmok erejének növelése mellett az egyik alsó végtagról a másikra történő testsúlyáthelyezést, illetve annak az adott végtag fölött való megtartását, így a járás előkészítését, valamint később magát a járást fejlesztő komputerizált, interaktív terápiára lehetőséget adó, fejlett technológiájú eszközök rehabilitációban való alkalmazása elsősorban olyan alsó végtagi funkciózavarok esetében javasolt, amelyek a központi idegrendszeri károsodások következtében alakultak ki. Ugyanakkor ritkábban, de más, szintén alsó végtagi funkciókárosodást okozó sérülések, betegségek esetében is alkalmazhatóak ezek az eszközök. Így általánosságban, a teljesség igénye nélkül például az alábbi kórképek, sérülések utáni alsó végtagi funkciózavarok esetében indokolt ezeknek az eszközöknek a használata:

- stroke,
- gerincvelősérülés,
- traumás agy- és/vagy koponyasérülés,
- cerebellumot (kisagy) érintő betegségek, sérülések,
- sclerosis multiplex,
- agytumor,
- parkinson kór,
- motoneuron betegségek (pl.: ALS – amyotrophias lateral sclerosis),
- agyhártyagyulladás, agyvelőgyulladás,
- izomdystrophia,
- neuropathiák,
- Guillain-Barré szindróma,
- (ágyéki) porckorongsérv okozta bénulósos tünetek fennállása,
- egyéb perifériás idegrendszeri sérülések (pl.: alsó végtagi idegek perifériás sérülései),

- cereberalis paresis
- ortopédiai műtétek utáni állapot (pl.: ízületi műtétek, protézisek),
- alsó végtagi amputáció,
- mozgás- és terhelésszabály állapotban levő törések,
- musculoskeletalis betegségek,
- immobilitásból adódó problémák.

Terápiás alkalmazhatóság:

- neurológiai stimuláció,
- alsó végtagi funkciók fejlesztése,
- alsó végtagi izomerő fejlesztése,
- alsó végtagi aktív ízületi mozgástartományok javítása,
- mozgáskoordináció javítása,
- propriocepció fejlesztése,
- járásfejlesztés,
- egyensúlyfejlesztés,
- testsúlyhelyezés gyakorlása,
- szimmetrikus testsúlyelosztás gyakorlása,
- kognitív funkciók fejlesztése,
- figyelem javítása.

Egyes, alsó végtagi interaktív terápiára lehetőséget adó eszközök alkalmazásának specifikus indikációi

Az alsó végtagi interaktív terápia számos fejlett technológián alapuló eszköz alkalmazásával valósítható meg. Az alábbiakban példaként néhány ilyen eszköznek a gyártók által megjelölt konkrét indikációi kerülnek ismertetésre.

C-Mill VR

Az általános indikációkon felüli specifikus javallatok:

- egyensúlyprobléma: állás, lépés, egy lábon állás
- legalább Functional Ambulation Categories (FAC) 2. (a páciens önállóan képes felállni, sík talajon egy személy folyamatos, könnyű vagy intermittáló segítségével jár, a futópad kapaszkodóját fogva vagy anélkül is tud járni)

Egyedi terápiás alkalmazhatóság:

- a mindennapi élet során elengedhetetlen alkalmazkodóképesség fejlesztése a járás során jelentkező akadályokhoz, váratlan helyzetekhez.

Tymo

Egyedi terápiás alkalmazhatóság:

- ülő- és állóegyensúly fejlesztése,
- járáselőkészítés,
- különböző testhelyzetekben a szimmetriatartás gyakorlása,
- testtartási zavarok javítása.

Pablo

Az általános indikációkon felüli specifikus javallatok:

- az alsó végtag főként distalis részének neurológiai eredetű problémái vagy törései, sérülései.

Egyedi terápiás alkalmazhatóság:

- unilaterális vagy bilaterális alsó (vagy felső) végtagi tréning,
- mindennapi tevékenységek (ADL – „activity of daily living”) gyakorlása,
- (fej- és) törzskontroll fejlesztése,
- célbizonytalanság javítása, pontosítása,
- alsó végtagi izomerő, koordináció fejlesztése és funkcionális feladatok gyakoroltatása.

HERO Solution

Indikációk:

- hemiplég betegek,
- alsó végtagi ortopédiai műtétek utáni állapot.

Terápiás alkalmazhatóság:

- izomerő fejlesztése,
- neuro-muscularis koordináció javítása,
- propriocepció fejlesztése,
- alsó és felső végtagi funkcionális mozgások gyakorlása.

Vibramoov

Az általános indikációkon felüli specifikus javallatok:

- polytrauma,
- egyes kómában lévő betegek (állapot függő).

Egyedi terápiás alkalmazhatóság:

- szenzo-motoros kölcsönhatások fenntartása,
- motoros képességek visszaszerzésének elősegítése,
- izomtevékenység szabályozása,
- immobilitás néhány mellékhatásának megelőzése.

4 Kontraindikációk, korlátozások, kockázati tényezők

Ahogy az egyes eszközök felhasználói kézikönyveiben is kiemelik a gyártók, a jelen protokollban is fontos kiemelni, hogy az alább felsorolt ellenjavallatok nem teljes körűek. Minden esetben a kezelőorvos feladata dönteni arról, hogy az eszközzel végzett terápiára valóban alkalmas-e egy páciens, nincsen-e jelen bármilyen ezt kontraindikáló, kizáró tényező. Egyénileg szükséges továbbá összevetni a terápiából származó előnyöket a kezelések kockázataival, lehetséges mellékhatásaival és ennek megfelelően dönteni a páciens interaktív terápiába való bevonásáról.

Általános abszolút kontraindikációk:

Az alábbi állapotok fennállásakor egyértelműen nem alkalmas a beteg az interaktív, alsó végtagi terápiában való részvételre.

- Nem stabil életfunkciók: cardiovascularis vagy pulmonalis ellenjavallatok,
- akut, erőteljes fájdalom az érintett alsó végtag(ok)ban,
- nem lehetséges az eszköz beállítása a beteg egyéni aktuális állapotának megfelelően,
- nagy mértékű izomtónus-belövellés,
- nagyfokú ataxia,
- 2- alatti izomerő (az interaktív eszközök használatához nem elegendő aktivitás az alsó végtagon),
- ellenjavallott tréningpozíció,
- súlyos kognitív deficit,
- súlyos figyelemzavar,
- kooperáció hiánya,
- súlyos neurotikus vagy pszichotikus zavarok,
- lázas állapot,
- bőrbetegség, nyílt seb az érintett és kezelni kívánt alsó végtagon,

- súlyos osteoporosis (törés kockázata),
- még nem megfelelően konszolidált, vagy nem stabil törések.

Általános relatív kontraindikációk (ellenjavallatok):

Az alábbiak közül bármelyik fennállásakor egyéni mérlegelés szükséges, hogy a fejlett technológiájú eszközzel végzett terápia (érdemben) megkezdhető-e.

- Sérülékeny bőr,
- apraxia,
- ízületi gyulladás (arthritis) a kezelni kívánt alsó végtagon,
- egyéb ízületi problémák, amelyek miatt az interaktív kezelések során fájdalom/ irritáció jelentkezhet,
- közepes mértékű kognitív deficit,
- súlyos neglect szindróma,
- súlyos látásproblémák (amelyek korlátozhatják a monitoron megjelenített terápiai feladatok adekvát kivitelezését),
- súlyos spontán mozgások (pl.: dyskinesis, myoclonusos rángások),
- bizonyos beültetett ferromágneses anyagok vagy aktív eszközök jelenléte (pl.: pacemaker, inzulinpumpa, idegstimulátor),
- érzékszavar (például, ha a páciens nem tud visszajelzést adni az esetlegesen fellépő fájdalomról),
- konszolidált törések az alsó végtagon,
- osteoporosis,
- epilepszia,
- fertőzések,
- duzzanat az alsó végtagon,
- kezeletlen orthostaticus keringési zavarok (amely miatt pl szédülés jelentkezhet a terápia alatt).

Alsó végtagi interaktív terápiára lehetőséget adó eszközök alkalmazásának specifikus kontraindikációi

Az alsó végtagi interaktív terápia számos fejlett technológián alapuló eszköz alkalmazásával valósítható meg. Egyes eszközök a fentebb felsorolt általános kontraindikációkon túl további specifikus ellenjavallatai is lehetnek. Az alábbiakban néhány ilyen eszköznek a gyártók által megjelölt specifikus kontraindikációi kerülnek példaként röviden ismertetésre.

C-Mill VR

- súlyos kognitív vagy látás- és halláskárosodás,
- 135 kg feletti testtömeg,
- 200 cm feletti magasság,
- instabil gerinc vagy instabil törések esetén,
- extrém magas vérnyomásban, súlyos érrendszeri rendellenességekben vagy szívelégtelenségben
 - szenvedő betegek,
- bőrelváltozással vagy kötéssel rendelkező betegek a hevederrel való érintkezés területén.

Tymo

Abszolút kontraindikációk:

- akut fájdalom,
- erős spaszticitás,
- nagyfokú ataxia,
- nem kooperatív beteg,
- nem stabil törések.

Relatív kontraindikációk:

- apraxia,
- arthritis,
- epilepszia,
- pacemaker és hasonló készülékek/implantátumok megléte (az eszköz nem befolyásolja a pacemaker működését, ha a pacemaker és a készülék, illetve a pacemaker és mágnesek közötti távolság legalább 15 cm vagy több),
- fertőzés,
- bőrbetegségek,

- súlyos osteoporosis,
- kezeletlen orthostaticus hypotensio.

Pablo

Specifikus abszolút kontraindikáció:

- 3 év alatti gyermek.

Vibramoov

Specifikus abszolút kontraindikációk:

- érrendszeri problémák (visszértágulat), trombózisra való erős hajlam, nem kezelt trombotikus állapot,
- neuroma.

5 Objektív mérési lehetőségek

Az interaktív alsó végtagi terápiás eszközök többsége rendelkezik beépített állapotfelmérő rendszerrel, amellyel a terápia megkezdésekor és befejezésekor, illetve amennyiben szükséges, akár a terápia közben is végezhetőek objektív mérések. Ezek a páciensnek és a terapeutáknak is információt szolgáltatnak a beteg aktuális állapotáról, illetve a különböző időpontokban végzett mérések összehasonlításával a páciens fejlődésének mértékéről, annak tendenciájáról is. Az eszközök jellemzően a terápia közben is rögzítik az egyes információkat, a beállításokat és az elért eredményeket. Összességében ezek az adatok az objektív visszajelzés biztosítása mellett a terápiás foglalkozások egyénre szabását, optimalizálását is lehetővé teszik. Az eszközök többnyire „report” funkcióval is rendelkeznek, tehát az adatok az eszközök memóriájából kinyerhetőek és különböző táblázatok, diagramok formájában is akár megjeleníthetőek, valamint elküldhetőek és kinyomtathatóak esetleg a páciens vagy a beteggel dolgozó más terapeuták, egészségügyi szakemberek számára.

Eszközönként és gyártónként igen eltérő lehet, hogy pontosan milyen objektív mérések végezhetőek az egyes interaktív alsó végtagi terápiára lehetőséget adó eszközökkel a terápiás foglalkozások

megkezdése előtt, illetve a terápia közben. Ezekről konkrétan az eszközök felhasználói kézikönyveiből lehet tájékozódni. Röviden csak néhány konkrét példa az objektív mérési lehetőségekre:

C-Mill VR

- plantaris nyomás érzékelése,
- egyensúlytartás
 - statikus egyensúly,
 - dinamikus egyensúly,
- járásminta elemzése.

Tymo

- mozgás ellenőrzés,
- erő kontroll,
- célbizonytalanság javítása, pontosítása.

6 Terápia előkészítése és folyamata alsó végtagi interaktív eszközzel

Az elektromechanikusan segített, interaktív, számítógép által vezérelt eszközök alkalmazása a rehabilitáció során mindig a komplex rehabilitációs program kiegészítő részeként javasolt és nem önálló terápiás formában. Ezekkel az eszközökkel végzett kezelések során cél ugyanis az, hogy a betegek már a rehabilitációjuknak egy korábbi szakaszában jobb funkcionális eredményeket érjenek el. Egy másik kitűzött cél továbbá, hogy a rehabilitáció végére a páciensek magasabb funkcionális szintre jussanak el, mint amit esetleg önmagában a hagyományos terápiák alkalmazása mellett érthettek volna el (Fazekas, 2023). Az alsó végtagi interaktív eszközzel végzett terápiának az átfogó rehabilitációs programba való beillesztéséhez azonban elengedhetetlen, hogy az adott intézményben biztosítani tudják a kezelések megfelelő kivitelezéséhez szükséges személyi és tárgyi feltételeket. A terápiás foglalkozások előkészítésének része továbbá, hogy megfelelő módon megtörténjen a kiválasztása és a kezelésekre való bevonása azoknak a betegek, akik számára indokolt lehet az alsó végtagi interaktív, számítógép által vezérelt terápiában való részvétel.

A terápia folyamata

A rehabilitációs csapat első lépésként értékeli, hogy a páciens alkalmas-e a testtömeg-támogatással kombinált terápiára. Ebben az értékelésben figyelembe veszik az indikációkat, kontraindikációkat és relatív kontraindikációkat. A rehabilitációs team tagjai konzultálnak egymással és figyelembe veszik a beteg egyedi állapotát, valamint szükségleteit a döntés meghozatalakor. A terápia kezdetén szükséges a beteg alapos előkészítése. Ez magában foglalja az eszköz biztonságos rögzítését, a páciens megfelelő pozicionálását és szükség esetén az eszköz paramétereinek beállítását. Ezek az eszközök gyakran tartalmaznak függesztő rendszert, amelynek beállítása elengedhetetlen a testtömeg-támogatásához. A megfelelő felfüggesztés biztosítja, hogy a páciens biztonságosan és kényelmesen mozoghasson.

Az alsó végtagi interaktív, számítógép által vezérelt terápiára lehetőséget adó eszközöknél általában egy képernyő előtt, a monitoron megjelenített virtuális valóságban történik a feladatvégzés, többnyire olyan feladatokkal, amelyek videójátékokra emlékeztetnek.

Amikor első alkalommal érkezik terápiára egy páciens, elsőként az adott eszközhöz tartozó terápiás programon belül a beteg adatainak felvételével megtörténik egy új profil létrehozása specifikusan az adott páciens számára. Továbbiakban minden kezelés elején ennek a profilnak a kiválasztása szükséges, amelyen belül visszakereshetők a számítógép által mentett korábbi felmérések adatai, az adott betegre adaptált beállított paraméterek, illetve többnyire a feladatok közben rögzített adatok és az elért eredmények is. Ahogyan ez már korábban is említésre került, a legtöbb komputer asszisztált alsó végtagi interaktív terápiára lehetőséget adó eszközöknél elérhetőek az adott eszközre adaptált felmérési lehetőségek, amelyeket az első, majd az utolsó terápiás alkalommal, illetve bizonyos esetekben a terápiás folyamat közben is javasolt elvégezni. Mindezek ugyanis egy objektív felmérési és visszajelzési lehetőséget biztosítanak mind a terapeuták, mind a páciensek számára.

Egyes eszközöknél a számítógépes felhasználói felületen, amelyet a terapeuta kezel, összeállíthatóak személyre szabott terápiás tervek, amely az alsó végtagi interaktív terápiás eszközöknél a terapeuta által az adott beteg számára egyénileg kiválasztott játékos jellegű terápiás feladatok összeállítását jelenti. Ezek a terápiás feladatok számos módon állíthatóak attól függően, hogy az adott betegnek mire van szüksége vagy a terapeuta mit és hogyan szeretne gyakoroltatni a pácienssel.

Egy terápiás alkalom után elengedhetetlen az eszközök megfelelő fertőtlenítése és tisztítása még a következő páciens terápiájának megkezdése előtt.

A rehabilitációs team határozza meg a kezelések befejezését, figyelembe véve az állapotváltozást, a beteg esetleges fejlődését, hangsúlyt fektetve a beteg véleményére is, hiszen a páciens motivációja kulcsfontosságú a terápia sikerességéhez, ezért az ő véleménye is számíthat a döntés során.

7 Gyakorlati alkalmazás közben felmerülő lehetséges nehézségek

Fejlett technológián alapuló terápiás eszköz használata számos előnyt kínál, azonban számos kihívást is felvet, amelyeket fontos szem előtt tartani a hatékony alkalmazása érdekében.

Az alábbiakban részletezve olvasható néhány nehézség és az azokra javasolt megoldás.

Időigényes lehet a felszerelés

A fejlett technológián alapuló eszközök alkalmazása során az egyik gyakori kihívás a terápiás eszközök felhelyezésének időigényessége.

Miért lehet időigényes a felhelyezés?

- Az eszközöket gyakran személyre kell szabni, hogy illeszkedjenek a páciens egyedi igényeihez. Ez magában foglalhatja a páciens méretének és a kezelési célkitűzéseknek megfelelő beállításokat.
- Néhány fejlett technológián alapuló terápiás eszköz bonyolult összeszerelést, felszerelést igényelhet minden egyes használat előtt. Továbbá a terápia biztonságának és hatékonyságának biztosítása érdekében a terapeutáknak minden egyes alkalommal ellenőrizniük kell a beállításokat, ami időt vesz igénybe.
- A páciensek együttműködésére is szükség van, mert aktívan részt kell venniük a felhelyezési folyamatban, így hosszabb időt vehet igénybe, ha a páciens valamilyen korlátozottsága miatt nem tud segíteni vagy nehezen követi az utasításokat.
- A terapeutáknak és a pácienseknek egyaránt meg kell tanulniuk és sok gyakorlatot kell szerezniük, így kezdetben megnövekedett lehet a felhelyezési idő.

Hogyan kezelhetjük ezt a nehézséget?

- Ahol lehetséges, az eszközöket előre be kell állítani, akár még a páciens megérkezése előtt, ezzel minimalizálva a felhelyezés idejét és növelve a kezelési időt.
- Továbbá egy egységesített felhelyezési folyamat segíthet a terapeutáknak gyorsabban és hatékonyabban végrehajtani a szükséges lépéseket.
- Természetesen a terapeuták alapos képzése és több gyakorlata jelentősen csökkenti a szükséges időt, illetve a páciensek oktatása is abban, hogy hogyan segíthetnek a felhelyezési folyamatban.

Felhelyezhetőség

Az eszköz betegre szerelt részének megfelelően kell illeszkednie a páciens testéhez, hogy az kényelmes és hatékony legyen, ami különösen kihívást jelenthet szokatlan testalkatú és méretű páciensek esetében.

Amikor egy fejlett technológián alapuló eszköz nem illeszkedik könnyen a páciensre, több probléma is felmerülhet, például akár súlyosbíthatják a meglévő sérüléseket, csökkenthetik a terápia hatékonyságát és növelhetik a sérülés kockázatát.

Problémák, amelyek a nem megfelelő illeszkedésből adódhatnak:

- Elsődleges probléma, ha az eszköz nem illeszkedik megfelelően, akkor ez nyomást gyakorolhat a páciens bizonyos testrészeire, ami rövid távon diszkomfortot vagy akár fájdalmat is okozhat; vagy nem biztonságosan illeszkedik és balesetveszélyt rejt magában. Mindez akár csökkentheti a terápiás gyakorlatok hatékonyságát.
- Ha az eszköz illeszkedése hosszú távon pontatlan, akkor fájdalmas nyomást gyakorolva a bőrre és az alatta lévő szövetekre akár súlyos hámsérülések kialakulásához vezethet.
- A kellemetlenség vagy a fájdalom a páciensekből ellenállást válthat ki, ronthatja a beteg együttműködését, végső esetben akár teljesen megtagadhatják az eszközök használatát.
- Továbbá, ha az eszköz nem engedi meg a természetes vagy terápiás célból kívánt mozgást, az korlátozhatja a terápiában történő előrehaladást.

Hogyan kezelhetjük ezt a nehézséget?

A terápiás eszközöket a lehető legnagyobb mértékben személyre kell szabni, hogy illeszkedjenek a páciens egyedi alkatához, illetve folyamatosan kérni kell a páciens visszajelzését. Minden esetben figyelembe kell venni a kontraindikációkat, és ennek megfelelően alkalmazni az eszközöket!

Kontraindikációk

Nem minden páciens alkalmas fejlett technológián alapuló eszközzel végzett terápián való részvételre. Nagyon fontos azoknak a fizikai állapotoknak és korlátozásoknak a figyelembevétele, amelyek miatt egyes páciensek nem használhatják az eszközöket

Minden esetben szükséges az egyedi értékelés, a team-mel történő konzultálás, ahol közösen eldöntik, hogy egy adott páciens számára megfelelő-e a fejlett technológián alapuló terápia. A kontraindikációk azonosítása fontos része a kezelési terv kialakításának, és elősegíti a páciens biztonságának valamint a terápia sikerének elérését.

Páciensek motiváció

A páciens motivációja kulcsfontosságú tényező. A kiindulási állapot rögzítése és az állapotváltozás követése motiváló lehet. A fejlett technológián alapuló eszközök gyakran tartalmaznak visszajelzési rendszereket, adott esetben valós időben is történhet ez a visszajelzés, amelyek segíthetnek a pácienseknek nyomon követni a haladást. Ha a páciensek látják és érzékelik a javulást, akkor valószínűbb, hogy motiváltak maradnak.

A terápia során a kihívások fokozatos bevezetése segíthet a páciensek motivációjának fenntartásában. Ha a feladatok túl könnyűek vagy túl nehezek, az csökkentheti a páciens elkötelezettségét. A cél az, hogy a feladatok a beteg számára megoldhatóak legyenek, de mégis megfelelő kihívást nyújtsanak.

Továbbá néhány páciensnek nehézségei lehetnek a technológiával történő interakcióval, idősebb betegek nem mindig nyitottak rá. Emellett vannak olyanok, akiknek nehéz elfogadni egy gép segítségét és inkább az emberi interakciót részesítik előnyben. Fontos figyelembe venni, hogy ezek az eszközök nem pótolhatják az emberi interakciót!

Technikai nehézségek

Előfordulhat technikai probléma, mely az eszközök meghibásodását jelenti, és ez komoly kihívást jelenthet. Egy hiba esetén az egész terápiás folyamat leállhat, ami csökkenti a terápia hatékonyságát.

A terápiás eszközök karbantartása és a szükséges szervizelési háttértámogatás biztosítása elengedhetetlen.

Természetesen áramellátási zavar esetén sem lehet terápiát végezni.

Megfelelő képzés és tapasztalat

A fejlett technológián alapuló eszközök használata szakképzett terapeuták bevonását igénylik, akik megfelelő tapasztalattal rendelkeznek ezen eszközök használatában.

Miért fontos a tapasztalt terapeuta a fejlett technológián alapuló eszköz hatékony kihasználásához?

- A fejlett technológián alapuló eszközök gyakran bonyolult kezelőfelületekkel rendelkeznek, amelyek megértése és hatékony használata időt és tapasztalatot igényel.
- A terapeutáknak képeseknek kell lenniük arra, hogy az eszközöket a páciens egyedi igényeihez igazítsák. Ez magában foglalja az eszközök paramétereinek beállítását és a terápiás programok testreszabását.
- A fejlett technológián alapuló eszközök nem megfelelő használata sérülést okozhat. Tapasztalt terapeuták képesek felismerni a kockázatokat és megfelelően reagálni rájuk.
- A tapasztalt terapeuták képesek felismerni és kezelni a pácienseknek a fejlett technológián alapuló eszközök kapcsán kialakult érzelmi reakcióit; továbbá megkülönböztetni azt egyéb okból fellépő érzelmi reakcióktól.
- A váratlan helyzetek, mint például technikai hibák vagy a páciens váratlan reakcióira történő reagálás tapasztalatot igényelnek.
- A tapasztalattal rendelkező terapeuták hozzájárulhatnak a fejlett technológián alapuló eszközök továbbfejlesztéséhez azzal, hogy visszajelzéseket és javaslatokat adnak a gyártóknak, valamint részt vehetnek klinikai vizsgálatokban és kutatásokban.
- A tapasztalt terapeuták fontos szerepet játszanak más szakemberek oktatásában.

Fertőtlenítési nehézségek

- A fejlett technológián alapuló eszközök gyakran rendelkeznek összetett felületekkel, részekkel és mozgó alkatrészekkel, amelyek nehezen hozzáférhetők és ezért nehezen fertőtleníthetők.
- Az eszközök tartalmazznak olyan elektronikai részeket, amelyeket speciális módszerekkel szabad csak tisztán tartani.
- Az eszközök tartalmazhatnak olyan textil felületeket, amelyeket nehezen lehet fertőtleníteni és karbantartásuk pontos tisztítási folyamatot igényel (pl. mosás esetében betartandó instrukciók), ezek befolyásolhatják használhatóságukat és "élettartamukat".
- Néhány fertőtlenítőszer károsíthatja az eszközök anyagát, a műanyagot, a festéket és egyéb részeket. Ezt figyelembe kell venni a fertőtlenítőszer kiválasztásánál!
- Megfelelő protokollok és eljárások szükségesek, amelyeket a terapeutáknak és a takarító személyzetnek egyaránt követniük kell. Figyelembe kell venni a gyártó utasításait is!
- Az alapos fertőtlenítés időigényes lehet, különösen, ha az eszközt gyakran használják és a kezelések között rövid idő áll rendelkezésre a fertőtlenítésre.

Költségek

Az eszközök és azok karbantartása költséges lehet. Ez korlátozhatja a kezelés hozzáférhetőségét.

- A fejlett technológián alapuló eszközök beszerzési ára magas.
- A rendszeres karbantartás és a technikai problémák során felmerülő költségek szintén magasak lehetnek.
- A terapeuták képzése is költséges.
- A fejlett technológián alapuló eszközök működtetése energiaigényes lehet, ami növeli az intézmény energiafelhasználását.
- Néhány fejlett technológián alapuló eszköz különleges alkatrészeket és/vagy fogyóeszközöket igényelhet, amelyeket rendszeresen cserélni és/vagy pótolni kell.

Egyéb terápiás módszerek mellé történő integrálás

Fontos, hogy a fejlett technológiával végzett terápia ne helyettesítse, hanem kiegészítse a hagyományos fizioterápiás és egyéb módszereket, és ez kihívást jelenthet! A fejlett technológia sikeres integrálásához a különböző szakterületek közötti együttműködés szükséges. Terapeuták, orvosok és mérnökök közötti kommunikáció nélkülözhetetlen.

A páciensek vonakodhatnak az új technológiától, mások lelkesek lehetnek. Mindkettő esetben fontos helyén kezelni ezt a terápiás lehetőséget és ezt a beteg számára is közérthetően elmagyarázni, megértetni vele. Az elfogadás elősegítéséhez vagy a túlzott elvárások reális célokká alakításában a terapeutáknak mindig informálniuk kell a pácienseket a terápia menetéről és a terápia során alkalmazott eszközről, valamint az eszköz nyújtotta lehetőségekről.

Etikai kérdések

- A fejlett technológián alapuló eszközök használata során gyűjtött adatok védelme kulcsfontosságú etikai kérdés.
- Továbbá fontos kérdés a hozzáférhetőség igazságossága.
- Egyrészt a fejlett technológia költségei miatt nem mindenki számára érhető el egyenlően ez a terápiás megoldás.
- Másrészt érdemes megfontolni, hogy mennyi idő telt el a szerzett funkciózavartól és ez az idő miként befolyásolja a várható eredményt, amihez igazítva a terápiás alkalmak mennyisége korlátozás alá eshet.
- Mélyebb etikai kérdéseket felvethet az ember-gép interakciók, például, hogy a gépek milyen mértékben vehetik át az emberi terapeuták szerepét és ez hogyan hat a terápiás folyamatokra.

Környezeti tényezők

A fejlett technológián alapuló eszközök működéséhez gyakran speciális környezeti feltételekre van szükség, mint például stabil elektromos hálózat, szünetmentes áramkör vagy megfelelő terápiás tér.

A környezet kialakításánál figyelembe kell venni az alábbi szempontokat:

- A terápiás eszközök megfelelő elhelyezése és a megfelelő mozgástér kialakítása. Elegendő helyre van szükség az eszközök és a páciensek számára, hogy biztonságosan és hatékonyan mozoghassanak.
- A fejlett technológián alapuló eszközök számára kialakított környezetben létrejött zaj jelentősen befolyásolhatja a páciens koncentrációját és elterelheti a figyelmét.
- A környezetet úgy kell kialakítani, hogy az minden páciens számára könnyen hozzáférhető legyen, tehát könnyedén eljuthasson a kezelés helyszínére, ahol akadálymentesített környezetben könnyedén tud akár kerekesszéssel vagy más segédeszközzel is közlekedni.

- A fejlett technológián alapuló eszközök működtetéséhez szükség van a megfelelő elektromos hálózatok kiépítésére.

Működési idő

Bizonyos fejlett technológián alapuló eszköz működési idejét korlátozza az akkumulátor kapacitása, mely meghatározza, hogy mennyi ideig képesek üzemelni töltés nélkül. Ez a terápiát befolyásolhatja, hiszen az akkumulátorral működő eszközök használatát úgy kell ütemezni, hogy azok a terápiák során ne merüljenek le, ami megszakíthatja a kezelést és csökkentheti a terápia hatékonyságát.

Klinikai bizonyítékok hiánya

Bár sok kutatás folyik, további bizonyítékokra van szükség a fejlett technológián alapuló eszközök hatékonyságának és biztonságosságának igazolásához.

Kutatási és fejlesztési kihívások

A rehabilitációban alkalmazott fejlett technológia további fejlesztése érdekében folyamatos kutatásra van szükség.

8 Karbantartás:

Az eszközök karbantartását és biztonsági vizsgálatát a gyártónak vagy a gyártó által jóváhagyott szervíztechnikusnak kell elvégeznie. A legtöbb szoftver előre tudatja a felhasználóval, hogy mikor esedékes a következő karbantartás, ellenőrzés.

Fontos kiemelni, hogy a fejlett technológián alapuló eszközöket csak képzett terapeuta használhatja. Képzett terapeutának számít az, aki részt vett a betanítási képzésen, vagy olyan terapeuta, aki a képzésen részt vett terapeutától megtanulta a gép használatát.

Ezen dokumentum nem jogosítja fel az olvasót egyik eszköz használatára sem!

9 Felhasznált és javasolt irodalom

Bonanno, M., De Luca, R., De Nunzio, A. M., Quartarone, A., & Calabrò, R. S. (2022). Innovative Technologies in the Neurorehabilitation of Traumatic Brain Injury: A Systematic Review. *Brain sciences*, 12(12), 1678. <https://doi.org/10.3390/brainsci12121678>

C-Mill - Motek. (n.d.). Retrieved October 25, 2023, from <https://www.motekmedical.com/solution/c-mill/>

CAREN - Motek. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://www.motekmedical.com/solution/caren/>

Education – IISART. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://iisart.org/education/>

Fazekas Gabor, Tavaszi Ibolya: The future role of robots in neuro-rehabilitation, *EXPERT REVIEW OF NEUROTHERAPEUTICS* 19: (6) pp. 471-473.

Fazekas, G. (2023). Robotok és egyéb komputerezált interaktív eszközök alkalmazása a rehabilitációban. In Z. Vekerdy-Nagy, P. Cserhádi, A. Polgár, & A. Zsebe (Eds.), *A rehabilitációs és fizikális medicina módszertana* (1st ed., pp. 529–533). Medicina Könyvkiadó Zrt.

Fazekas, G., Tavaszi, I., & Tóth, A. (2016). A neurorehabilitáció újabb lehetőségei: Terápiás robotok alkalmazása központi idegrendszeri károsodás utáni állapotokban. In *Ideggyógyászati Szemle* (Vol. 69, Issues 5–6, pp. 148–154). Ifjúsági Lap-es Könyvkiadó Vallalat. <https://doi.org/10.18071/isz.69.0148>

Flores, Eletha & Tobon, Gabriel & Cavallaro, Ettore & Cavallaro, Francesca & Perry, Joel & Keller, Thierry. (2008). Improving patient motivation in game development for motor deficit rehabilitation. *Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2008*. 381-384. 10.1145/1501750.1501839.

Gait Trainer™ 3 - Biodex. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://biodexrehab.com/products/gait-trainer-3/>

GRAIL - *Motek*. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://www.motekmedical.com/solution/grail/>

Lee, S.H., Park, G., Cho, D.Y. *et al.* Comparisons between end-effector and exoskeleton rehabilitation robots regarding upper extremity function among chronic stroke patients with moderate-to-severe upper limb impairment. *Sci Rep* 10, 1806 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58630-2>

M-Gait - *Motek*. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://www.motekmedical.com/solution/m-gait/>

Marchal-Crespo, L., Reinkensmeyer, D.J. Review of control strategies for robotic movement training after neurologic injury. *J NeuroEngineering Rehabil* 6, 20 (2009). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-6-20>

Mehrholz, J., Thomas, S., Kugler, J., Pohl, M., & Elsner, B. (2020). Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006185.PUB5>

Ovation - *Aretech*. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://www.aretchllc.com/products/ovation/>

Pablo® Lower Extremity - *Tyromotion*. (n.d.). Retrieved October 27, 2023, from <https://tyromotion.com/en/products/pablo-lower-extremity/>

RehaWalk® - *Zebris*. (n.d.). Retrieved November 17, 2023, from <https://www.zebris.de/en/medical/rehawalkr-gait-analysis-and-training-in-rehabilitation>

Robotos és egyéb interaktív computerizált eszközök a rehabilitációban - EFOP 5.2.6-20 (Országos Intézetek transznacionális és innovációs fejlesztései). (2023). Országos Mozgásszervi Intézet / Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet.

Tasnádi, E., & Lutherán, F. (2020). Stroke utáni rehabilitáció. In G. Fazekas, A. Klauber, & S. Komoly (Eds.), *A neurorehabilitáció alapjai* (1st ed., pp. 35–96). Medicina Könyvkiadó Zrt. <https://www.medicina-kiado.hu/kiadvanyaink/szak-es-tankonyvek/neurologia/a-neurorehabilitacio-alapjai/>

The HERO Solution | Motek. (n.d.). Retrieved October 25, 2023, from <https://www.motekmedical.com/solution/hero-solution/>

Tymo® - Tyromotion. (n.d.). Retrieved October 27, 2023, from <https://tyromotion.com/en/products/tymo/>

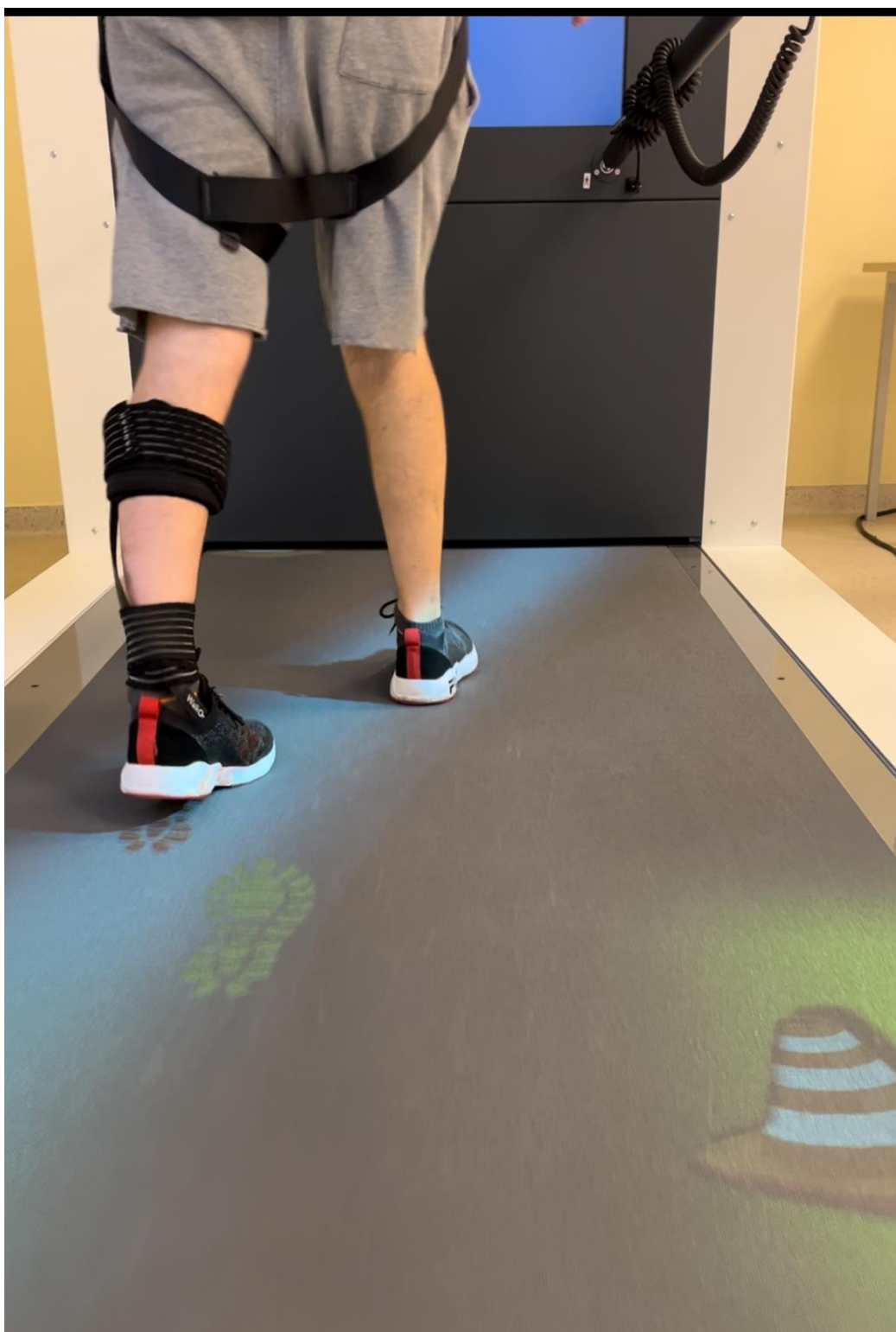
Vibramoov - Techno Concept. (n.d.). Retrieved October 25, 2023, from <https://www.technoconcept.com/en/vibramoov-pro/>

+ Felhasználói kézikönyvek: C-mill, Tymo, Pablo, Vibramoov

10 Képmellékletek



1. ábra: C-Mill interaktív eszközzel végzett alsó végtagi terápia (feladattal a monitoron)



2. ábra: C-Mill interaktív eszközzel végzett alsó végtagi terápia (kivetített feladattal)



3. ábra: Tymo