

HOL VANNAK A KÖZÖS PONTOK? HEMIPARETIKUS
BETEGEK PÁRHUZAMOS KLINIKAI ÉS BIOMECHANIKAI
ÁLLAPOTFELMÉRÉSE ÉS KÖVETÉSE: AZ ALLADIN-
PROJEKT

Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet (1)
Fővárosi Önkormányzat Szent János Kórház-Rendelőintézet (2)
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (3)
Országos Reumatológiai és Fizioterápiás Intézet (4)

Trócsányi Márta dr. (1,4), Fazekas Gábor dr. (1,2), Horváth
Mónika Ph.D (1,2), Herczeg Eszter dr. (1), Tóth András (3),
Jurák Mihály (3)

Levelező szerző:

Dr. Fazekas Gábor

OORI, 1528 Budapest, Szanatórium utca 19.

Tel: 391-1900, Fax: 391-1977

e-mail: fazekas123@t-online.hu

Futócím: Alladin-projekt

Absztrakt

Célkitűzés: A hemiparetikus betegek motoros károsodásának felmérése alapvetően szubjektív módszerekkel, esetenként skálák felhasználásával történik. Biomechanikai eszközök alkalmazásával az állapotfelmérés objektívebbé tehető, de ezek drágák és időigényesek. Az Európai Unió 6-os számú keretprogramjának Alladin-projektje egy olyan szoftver kifejlesztését tűzte ki célul, amely egyesíti a klinikai leírás egyszerűségét a biomechanikai mérések pontosságával.

Módszer: 3 centrumban több, mint 200 stroke-on átesett beteg követése 6 hónapig egy erre a célra kifejlesztett 48 csatornás izometriás erő/nyomaték mérő berendezéssel (Alladin Diagnosztikus Eszköz). Párhuzamosan megtörténik a hagyományos klinikai állapotleírás is, amit egy angol anyanyelvű gyógytornász végez. A mérési eredmények alapján meghatározzák a rehabilitáció során észlelhető mérföldköveket és az adatbányászatnak nevezett tudományos módszerrel korrelációt keresnek a mérési eredmények és a klinikai leírás között.

Várható eredmények: Végző cél egy olyan szoftver elkészítése, amely egy kézi számítógépbe diktált klinikai leírásból megadja, hogy hol helyezkedik el a beteg a biomechanikai mérések által meghatározott mérföldkövek között. Ez felhasználható lesz a rehabilitáció folyamatának követésére, a rehabilitáció során szükséges döntések meghozatalának támogatására. A meghatározott mérföldkövek paraméterek lehetnek klinikai kutatás ill. költséghatékonysági vizsgálatok során különböző terápiás módszerek összehasonlításához.

A projekt jelenlegi szakasza: A dolgozat a projekt eddigi eredményeit mutatja be: elkészült az Alladin Diagnosztikus Eszköz, folyamatban van a klinikai vizsgálat. Megkezdődött az adatfeldolgozás.

Kulcsszavak: stroke, állapotfelmérés, biomechanika

Abstract

Which are the joint points? A parallel clinical and biomechanical assessment of status in patients with hemiparesis: the Alladin-project.

Objective: assessment of motor impairments in patients with hemiparesis is generally made with subjective methods or with different scales.

Biomechanical methods are more specific and objective, but require more time and money. The Alladin-project of the 6th Framework Programme of the European Union is working on new software which intends to combine the simplicity of the clinical description with the specificity of biomechanical measurements.

Subjects: more than two-hundred post-stroke patients in three European centres.

Methods: 6 months follow up with a 48 channel isometric force-torque measuring instrument (Alladin Diagnostic Device) made for this project. A traditional clinical description is made paralleled by an English native speaking physiotherapist. Milestones in the rehabilitation process will be determined on the basis of the measurements and with the help from the data-mining method a correlation between the biomechanical and clinical data will be sought.

Expected results: the aim is to develop new software, which is able to find the patient's place in key milestones from the clinical description. This software could be used for decision support in neuro-rehabilitation, follow-up of the patient's status in the rehabilitation process, or for comparison of cost-benefit for different therapies. This paper describes the Alladin Diagnostic Device, the first clinical findings and the first steps of the data-processing.

Key words: stroke, assessment of status, biomechanics

A stroke a fejlett ipari társadalmakban a leggyakoribb tartós fogyatékosághoz vezető ok. Európában évente 900 ezer új stroke-os beteget észlelnek. Amerikai adatok szerint az összes beteg több, mint 20%-a 65 évesnél fiatalabb, tehát munkaképes korú. Magyarországon a statisztika nem teljesen megbízható, de a szakmai közvélemény évente 40 000 friss stroke-os betegről beszél, akiknek kb. fele szorul (intézeti vagy lakóközösségi) rehabilitációra és jelentős részük tartósan fogyatékosá, rokkanttá válik. (1)

Ezen a betegek életében döntő szerepe van a rehabilitációnak. A rehabilitáció során nemcsak azt kell látnunk, hogy az egyes lépésekben mit tudunk elérni, hanem meg kell próbálnunk fölmérni azt is, mire lesz képes egy-egy beteg, mire jutunk a rehabilitáció teljes folyamatának végére. A beteg szempontjából döntő, hogy munkaképes lesz-e, esetleg megváltozott képességüként tud-e dolgozni. S ha dolgozni nem is tud, mennyiben függ a környezetétől: mennyire lesz önellátó, segítséget igénylő, vagy tartósan gondozásra, ápolásra szoruló. Ezek határozzák meg életminőségét.

A sérült beteg aktuális állapotát többféleképpen írhatjuk le:

- Klinikai leírás során saját szavainkat használjuk, a beteg aktív és passzív mozgásánál észlelt állapot leírására. Ez egyszerű és gyors, viszont hátránya, hogy nem mindenki számára jelenti ugyanazt. Még azonos nyelvi környezetben sem egyértelmű egy-egy kifejezés értékelése, de más nyelvekről lefordítva nehezen rekonstruálható a beteg állapota.
- A klinikai skálák és kérdőívek általában validáltak, de többnyire nehéz, vagy körülményes kitölteni őket, ezért sok a hibalehetőség. A betegek az általuk kitöltendő kérdőíveket sokszor nem értik, az egészségügyi személyzetnek pedig nincs ideje foglalkozni ilyesmivel.
- Biomechanikai mérésekkel pontos – matematikailag leírható – eredményeket kapunk. Ezek megfelelő metodika esetén megbízhatóak, összehasonlíthatóak, hátrányuk azonban, hogy a mérések elvégzése költséges és hosszadalmas – a betegtől időt és türelmet, a mérő személyzettől megfelelő felkészültséget igényel.

Olyan állapotfelmérésre van tehát szükségünk, amely egyrészt pontos – tehát összehasonlítható -- másrészt egyszerű, és egyértelmű. Az ALLADIN-projekt célja, hogy ennek a két elvárásnak megfelelően klinikailag jól használható, biomechanikai méréseken alapuló, a stroke-betegek rehabilitációjának követésére és prognosztizálására alkalmas rendszert dolgozzon ki. (2, 3)

Az ALLADIN elnevezés a projekt angol nevéből képzett mozaikszó (natur**AL** L**A**nguage based **D**ecision support **I**n Neurorehabilitation), magyarul: természetes nyelvi alapú döntéstámogatás a neurorehabilitációban. A munkát az EU 6. számú Kutatási és Technológiai Fejlesztési Keretprogramja támogatja. A kutatásban 7 ország 11 intézménye vesz részt, és számos alvállalkozó is segíti a munkát. A résztvevők a következők:

- Arteveldehogeschool – Belgium (koordinátor)
- Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet, Budapest
- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- Trinity Collage, Dublin – Írország
- University of Ljubljana – Szlovénia
- Scuola Superiore Sant’ Anna – Olaszország
- University of Wales – Egyesült Királyság
- Language and Computing – Belgium
- Multitel – Belgium
- Zenon – Görögország
- Università Campus Biomedico – Olaszország

A vizsgálat alapja az a feltételezés, hogy a stroke-betegek rehabilitációjában vannak olyan mérföldkövek, amelyeket a mérések során meg tudunk határozni. A biomechanikai méréssel párhuzamosan egy angol anyanyelvű gyógytornász saját szavaival is leírja a beteg állapotát. A következő lépésben a megtalált mérföldköveket és a gyógytornász leírását vetjük össze, amely feltételezésünk szerint szintén tartalmazza a rehabilitációs folyamat ezen állomásait. Megfelelő számú beteg esetén az összevetésből kiderül, hogy melyik állapotváltozáshoz milyen leírás

tartozik. Végző soron a cél az, hogy a gyógytornász által elvégzett vizsgálat már elegendő legyen ahhoz, hogy tudjuk, hogy a beteg hol helyezkedne el a biomechanikai mérésekkel megállapított kódrendszerben; tehát hol tart a rehabilitációs folyamatban (4). A biomechanikai eredményeket és az angol nyelvű klinikai leírást az adatbányászatnak nevezett tudományos módszerrel dolgozzuk föl.

A projekt teljes programja:

1. Az ALLADIN diagnosztikus eszköz (ALLADIN Diagnostic Device: ADD) és a méréshez szükséges szoftver elkészítése.
2. Klinikai vizsgálat: biomechanikai mérések és hagyományos klinikai állapotfelmérés párhuzamos végzése
3. Az elemzés megkezdése, a fent leírt mérőföldkövek keresése
4. A biomechanikai eredmények és a klinikai leírás összevetése

Az ADD egy olyan szerkezet (1. ábra a. és b.) amelyben a beteg egy széken ül és az előtte lévő asztalon, ill. maga mellett feladatokat kell végrehajtania. Ide a beteget egy speciális kerekesszéssel ültetjük be, amelynek a fenéklapja a berendezésben rögzíthető, a szék többi része kihúzható, tehát a beteget nem kell átültetnünk. A székbe egy speciális mellénnyel rögzítjük. Ebben a rendszerben erő- és nyomatókmérők kerülnek a beteg érintett oldali első három ujjára, az alkarra, a szék háttámlájára (törzsre), a fenéklapra, az érintett oldali láb alá, és az öregujjra. A mért értékek mellett két képzett érték is szerepel: a kéz egészben, a kéz és az alkar együtt. (A láb-szenzor áthelyezhető, a kéz funkciók vizsgálatához külön jobb- és balkezes mérőt alkalmazunk.) Az érzékelők a tér három irányában mérik az erőt és a nyomatókót. A mérés izometriás, tehát elmozdulás nincs, a mozgás indításakor jelentkező erőt (N) és nyomatókót (Nm) mérjük az idő függvényében.

A vizsgálat során három központban (Budapest, Gent, Dublin) stroke-on átesett, féloldali bénult betegeket követünk fél éven keresztül. Ezalatt minden beteggel összesen 32 alkalommal végzünk méréseket (5, 6). A programba olyan betegek kerülhetnek be, akik ülőegyensúlyukat tartani tudják, és nincs olyan aphasiájuk, amely együttműködésüket megakadályozná. Budapesten a betegeket az Országos Orvosi

Rehabilitációs Intézetből (a Hemiplégia valamint a Koponya-agysérültek Rehabilitációs Osztályáról), a Fővárosi Szent János Kórház Mozgásszervi Rehabilitációs Osztályáról és Neurológiai Osztályáról választjuk be.

A biomechanikai mérés során a mindennapi élettevékenységekhez hasonló feladatot kap a beteg:

- a. igyon a pohárból
- b. fogja meg a kanalat
- c. fordítsa el a kulcsot
- d. emeljen fel egy táskát a szék mellől
- e. fogja meg az asztalon lévő üveget
- f. helyezze át az üveget az ellenkező oldalra

A feladat elvégzéséhez szükséges eszközök (pohár, kanál stb.) a beteg előtt vannak elhelyezve, tehát valódi tárgyakkal kell megpróbálnia elvégezni a mozdulatokat. (7, 8, 9)

Minden gyakorlat öt mérést tartalmaz:

1. nyugalmi helyzet
2. a beteg előtt képernyőn megjelenik a gyakorlat bemutatása és a hozzá kapcsolódó felszólítás (felkészülés)
- 3-5. a beteg elvégzi (ill. elindítja) a mozdulatot (2. ábra a., b.)

A klinikai vizsgálat során egy angol anyanyelvű gyógytornász összesen 16 – azaz minden második – alkalommal klinikai betegvizsgálatot végez (izomerővizsgálat; izomtónus-eloszlás meghatározása; szenzoros vizsgálatok; a perifériás idegek, agyidegek és reflexek vizsgálata; a mozgáskoordináció és az egyensúlyi reakciók vizsgálata; a szinergizmusok és szinkinézisek vizsgálata; a finom motoros tevékenység vizsgálata), a másik 16 alkalommal pedig hagyományos állapotfelmérő skálákat – Fugl-Meyer és Motor Assessment Scale – tölt ki. Összesen három alkalommal kerül sor a Stroke Impact Scale felvételére. Az állapotfelmérés után a gyógytornász egy Personal Digital Assistant (PDA) -ba diktálja az eredményt, amely a hangot automatikusan rögzíti, miközben ellenőrzi is annak minőségét (felismerhetőségét). Az elmondott adatok egy beszédfelismerő szoftverrel (automatic speech recognition - ASR) szöveggé alakíthatók. Az ismeretlen, vagy nem egyértelmű kifejezéseket a program jelzi, s ezeket a gyógytornász kézzel javíthatja. A javítás során a kijelölt kifejezésekhez több lehetőség is megjelenik, amelyből a megfelelőt a

gyógytornász választja ki, a helyesírás ellenőrző programokhoz hasonlóan. A javítás után az ASR ismét elemzi a mondatot, hogy a kijavított kifejezést be tudja illeszteni. Az ASR szoftver szókészletének kialakításakor stroke-betegek orvosi és rehabilitációs dokumentumait használták fel és a beszédfelismerő rendszert folyamatosan javítják, és újabb kifejezésekkel bővítik.

A beteg követése során három alkalommal funkcionális állapotuk felmérésére is sor kerül a Funkciók Nemzetközi Osztályozása (FNO) felhasználásával.

A vizsgálat során a biomechanikai méréseket végző és a klinikai állapotfelmérést végző személy nem ismeri a másik adatait, az egyikük által használt szoftver a másik számára nem hozzáférhető.

Mindezekből látható tehát, hogy hatalmas mennyiségű adat birtokába jutunk, (alkalmanként 6 mozdulatsor, mindegyikről 5 mérés, amely tulajdonképpen 10-et jelent, mert erő és nyomaték adataink is lesznek, minden mérés 8 szenzorral történik, ill. 10 adat képezhető, minden szenzor a tér 3 irányába mér, s mindez 32 alkalommal) ha minden mérés sikerült, akkor minden betegről 57600 mért adatunk lesz. Ilyen mennyiségű adat csak erre alkalmas speciális programmal dolgozható fel. Ezen a ponton azonban a számítógépes feldolgozás kissé háttérbe szorul. Először megkeressük azokat a méréseket, amelyekben változás látszik a korábbiakhoz képest, ezt nevezzük a vizsgálatban mérföldkönek.

A projekt jelenleg ebben a fázisban tart: elkészült az erő- és nyomatékmérő berendezés, folyamatban van a klinikai vizsgálat, a tervezett betegszám mintegy harmada került eddig beválasztásra, de tekintve a fél éves utánkövetést még csak nyolc beteg fejezte be a vizsgálatot. Megkezdődött az adatelemzés, amely során megpróbáljuk a programmal készített görbékből azokat kiválasztani, amelyekben változások láthatók vagy várhatóak. Ehhez egyrészt korban identikus egészséges egyének görbéivel hasonlítjuk össze a betegek – különböző időpontokban készült – görbéit, ill. egy beteg egy-egy vizsgálata során készült görbéket vetjük össze.

A 3-7. ábrákon erre mutatunk be néhány példát. A hemiparetikus betegek nemcsak kisebb erőt tudnak kifejteni, de a mozgásindításuk gyakran késleltetett, izomkontrakciójuk időben elnyújtott (3., 4. ábra). A rehabilitáció

során észlelhető, hogy az izomerő növekszik, a mozgásindítás gyorsabban következik be (5. ábra). Gyakran észlelhető egy méréssorozat alatt is, hogy az egymást követő próbálkozások során növekszik az erőkifejtés, az erő nagyságának emelkedése meredekebbé válik (6., 7. ábra).

Összefoglalás és kitekintés

Amint a bemutatott példákból látható, nagyon feltűnő változásokat tudunk ábrázolni. Ugyanakkor ezeknek a matematikai-statisztikai értékelése még nem történt meg, tehát nem tudjuk, hogy ezek a látványosnak tűnő változások hogyan értékelhetők. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy az egészséges kontrollok adatai is olyan szórást mutatnak, hogy nehéz megállapítani, mit nevezünk „normál tartománynak”. Korábbi, hasonló vizsgálatok adatai is alátámasztják azt a megfigyelésünket, hogy az esetenként igen látványos különbségek az eltérő végrehajtási módból adódnak. Más görbe várható akkor, ha a beteg a kisméretű kulcs megfogására figyel, s más akkor, ha annak elfordítását igyekszik végrehajtani, ill. a cselekvéssort elkezdni. (10, 11, 12, 13) A munka jelenlegi fázisában megfontolás tárgyát képezi, hogy mikor és mely szenzoroknál mérünk eredő erőt, s mikor vegyük számításba a koordináta-rendszer különböző tengelyei mentén mért adatokat. Annyi viszont már most is látszik, hogy a törzsön és az ülőlapon mért értékek kevésbé jellegzetesek. Munkánk további részében ezekre a kérdésekre is keressük a választ a matematikai értékelések segítségével.

Köszönetnyilvánítás

Az Alladin-projekt az Európai Bizottság támogatásával valósul meg az IST-507424 számú szerződés alapján. Köszönetünket fejezzük ki Dénes Zoltán, Folyovich András és Szél István főorvosoknak a betegek beválasztásához nyújtott segítségükért, valamint Hering Andrea és Jeney Klára ergoterapeutáknak a mérések elvégzéséért.

Irodalom

1. Brainin M., Bornstein, N., Boysen G., Demarin V.: Acute neurological stroke care in Europe: results of the European stroke care inventory. *European J of Neurology* 2000;7:5-10.
2. Sveen U., Bautz-Holter E., Sodrings KM., Wyller TB., Laake K.: Association between impairments, self-care ability and social activities 1 year after stroke. *Disabil Rehabil* 1999;21:372-377.
3. Duncan P. W., Wallace D., Lai C.M. et al.: The stroke impact scale version 2.0. Evaluation of reliability, validity, and sensitivity to change. *Stroke* 1999;33:2131-40.
4. Taub E., Miller NE., Novack TA., et al.: Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74:347-354.
5. Patten, C., Lexell, J., Borwn E.B.: Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: rationale, method, and efficacy *J Rehabil Res Dev* 2004; 41(3a): 293-312.
6. Woldag H., Waldmann G., Heuschkel G., Hummelsheim H.: Is the repetitive training of complex hand and arm movements beneficial for motor recovery in stroke patients? *Clin Rehabil* 2003; 17:723-730.
7. Cruz E. G., Waldinger H. C., Kamper D. G.: Kinetic and kinematic workspaces of the index finger following stroke. *Brain* 2005;128:1112-21.
8. Lum P.S., Patten C., Kothari D., Yap R.: Effects of velocity on maximal torque production in poststroke hemiparesis. *Muscle Nerve* 2004; 30(6):732-42.
9. Michaelsen, S. M., Levin, M.F.: Short-term effects of practice with trunk restraint on reaching movements in patients with chronic stroke. *Stroke* 2004;35:1914
10. Dewald J.P.A., Beer R.F.: Abnormal joint torque patterns in the paretic upper limb of subjects with hemiparesis. *Muscle Nerve* 2001;24:273-283.

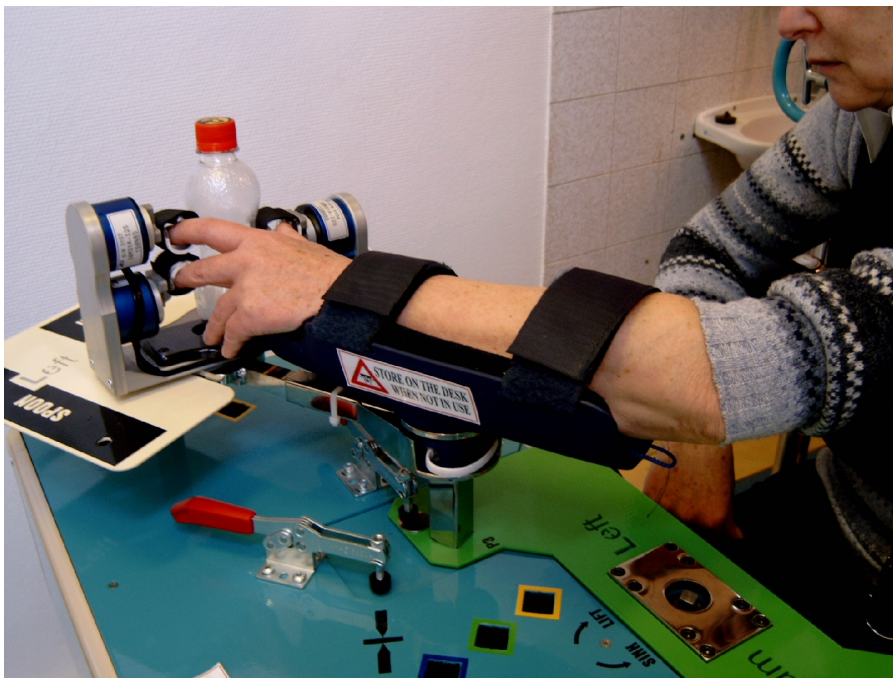
11. Koo TK., Mak AF., Hung L., Dewald J.P.: Joint position dependence of weakness during maximum isometric voluntary contraction in subjects with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1380-1386.
12. Cirstea MC., Levin MF.: Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain* 2000;123:940-953.
13. Roby-Brami A., Fuchs S., Mokhtari M., Bussel B.: Reaching and grasping strategies in hemiparetic patients. *Motor Control* 1997;1:72-91.

Ábrajegyzék

1. Az Alladin Diagnosztikus Eszköz
2. Két feladat végrehajtása: üveg megfogása és kulcs elfordítása
3. Egészséges kontroll (A) és hemiparetikus beteg (B) kézmozdulatának feldolgozott görbéje az „ígyon a pohárból” felszólításra történő mozdulat mérése alapján a legelső alkalommal. Mindkét görbe a kéz eredő erejét ábrázolja a feladat megfigyelését és a felkészülést követő első próbálkozás során. Látható, hogy a paretikus beteg (B) csak egy időben elhúzódó, minimális nagyságú erő kifejtésre képes.
4. Egy egészséges kontroll (A) és egy hemiparetikus személy (B) görbéjének lefutása látható az „ígyon a pohárból” felszólításra történő mozdulat során mért adatok feldolgozása alapján. A beteg és a kontroll személy is balkezes. Jól látható, hogy a hemiparetikus beteg mozgásindításának ideje jelentősen hosszabb (majdnem kétszerese), mint az egészséges személyé. A beteg izomkontrakciója egyrészt időben elnyújtott, másrészt nincs egy egyértelmű kiemelkedő erőértékkel jellemezhető kontrakciója.
5. Egy beteg kézmozgásának változása látható a rehabilitáció során. Az „A” görbe a kezdeti, a „B” a 15., a „C” a 30., és a „D” az 50. mérés során rögzített adatok feldolgozott formája. Változásnak tekinthető, hogy az összehúzó ereje növekedik, valamint a mozgás indításának ideje is megrövidül.
6. Az ábra egy stroke beteg 12. alkalommal történő mérésének feldolgozása során készült, ugyanazon feladathoz („ígyon a pohárból”) tartozó egymást követő felvételek feldolgozott görbéi. Az „A” jelzésű görbe az első, a „B” a második, a „C” jelzés a harmadik próbálkozás mintázatát mutatja.
7. A 6. ábrán látható grafikonhoz tartozó ugyanazon beteg, ugyanazon feladatának végrehajtása során tett három próbálkozás feldolgozott görbéi láthatóak egy későbbi időpontban, a 24. alkalommal történő méréskor.

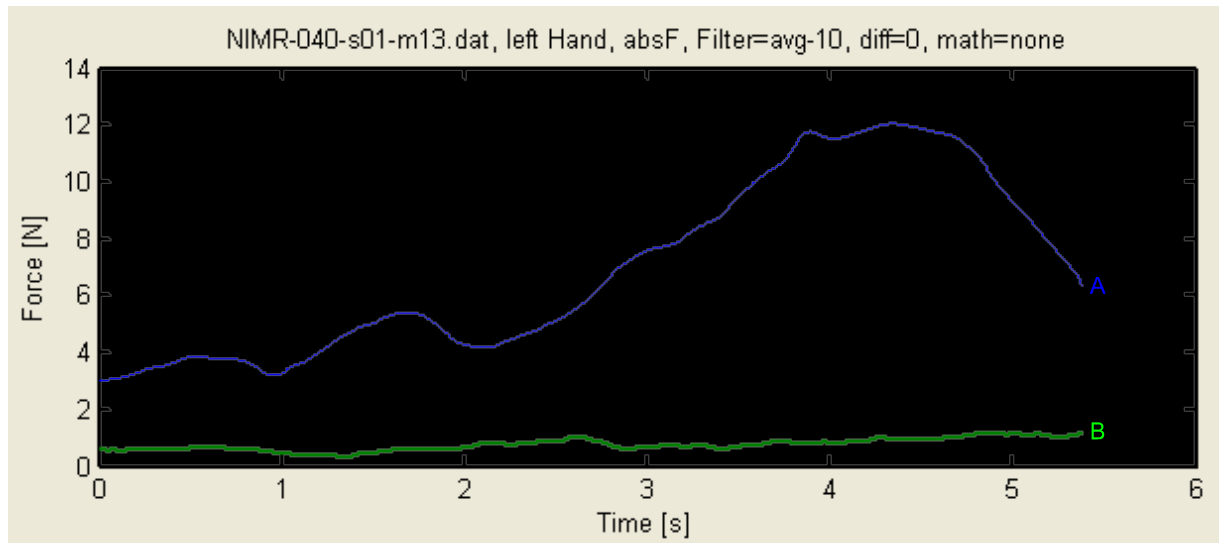


1. a. és b. ábra
Az Alladin diagnosztikus eszköz (ADD)



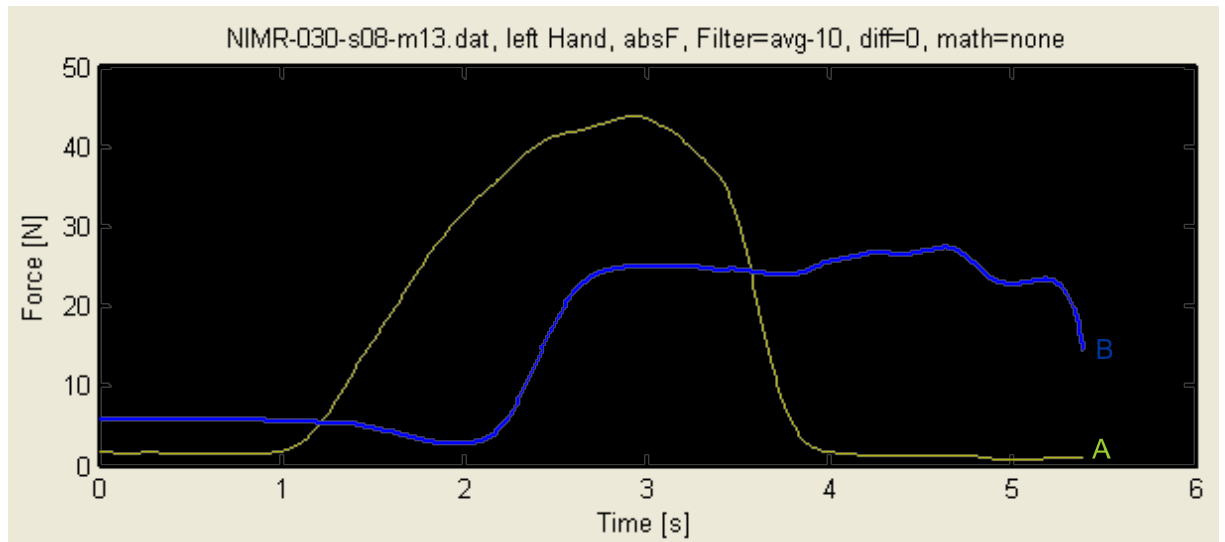
2. a és b ábra:

Két feladat végrehajtása: üveg megfogása és kulcs elfordítása



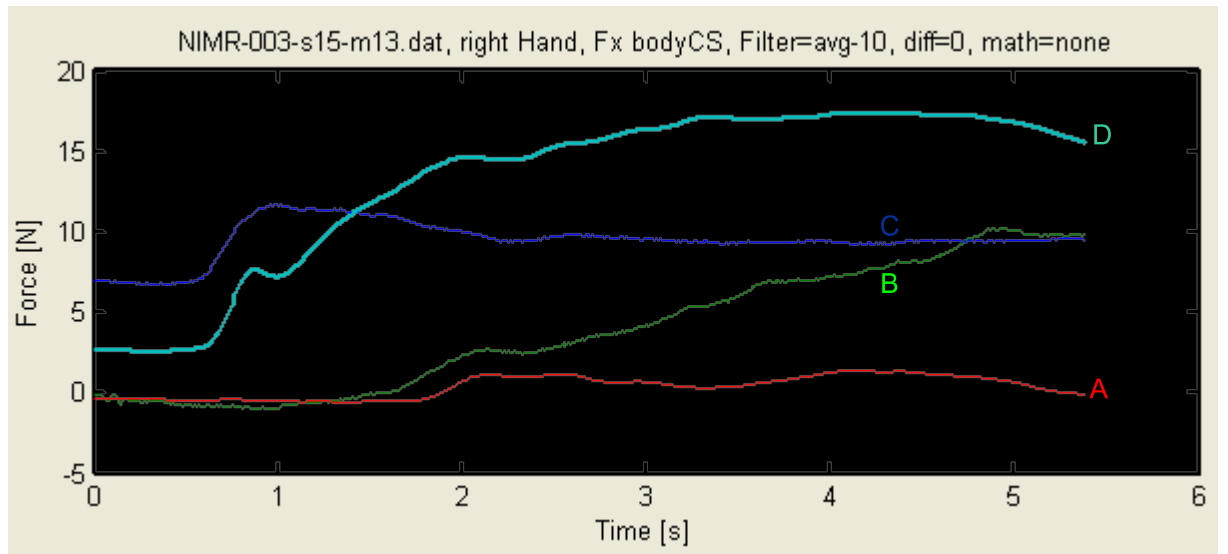
3. ábra

Egészséges kontroll (A) és hemiparetikus beteg (B) kézmozdulatának feldolgozott görbéje az “igyon a pohárból” felszólításra történő mozdulat mérése alapján a legelső alkalommal. Mindkét görbe a kéz eredő erejét ábrázolja a feladat megfigyelését és a felkészülést követő első próbálkozás során. Látható, hogy a paretikus beteg (B) csak egy időben elhúzódó, minimális nagyságú erőkifejtésre képes.



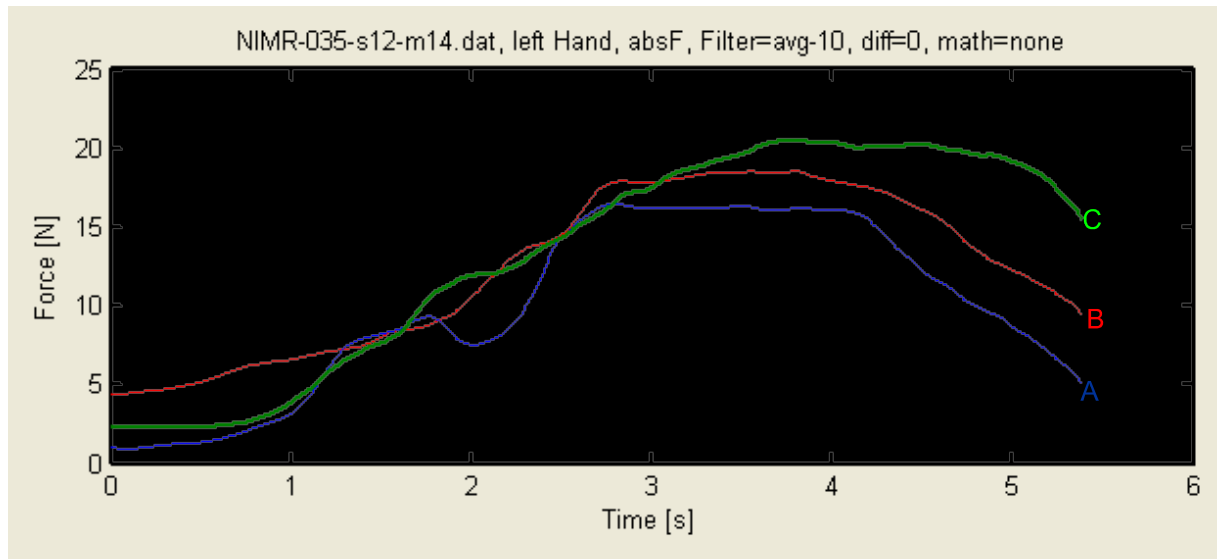
4. ábra

Egy egészséges kontroll (A) és egy hemiparetikus személy (B) görbéjének lefutása látható az „igyon a pohárból” felszólításra történő mozdulat során mért adatok feldolgozása alapján. A beteg és a kontroll személy is balkezes. Jól látható, hogy a hemiparetikus beteg mozgásindításának ideje jelentősen hosszabb (majdnem kétszerese), mint az egészséges személyé. A beteg izomkontrakciója egyrészt időben elnyújtott, másrészt nincs egy egyértelmű kiemelkedő erőértékkel jellemezhető kontrakciója.



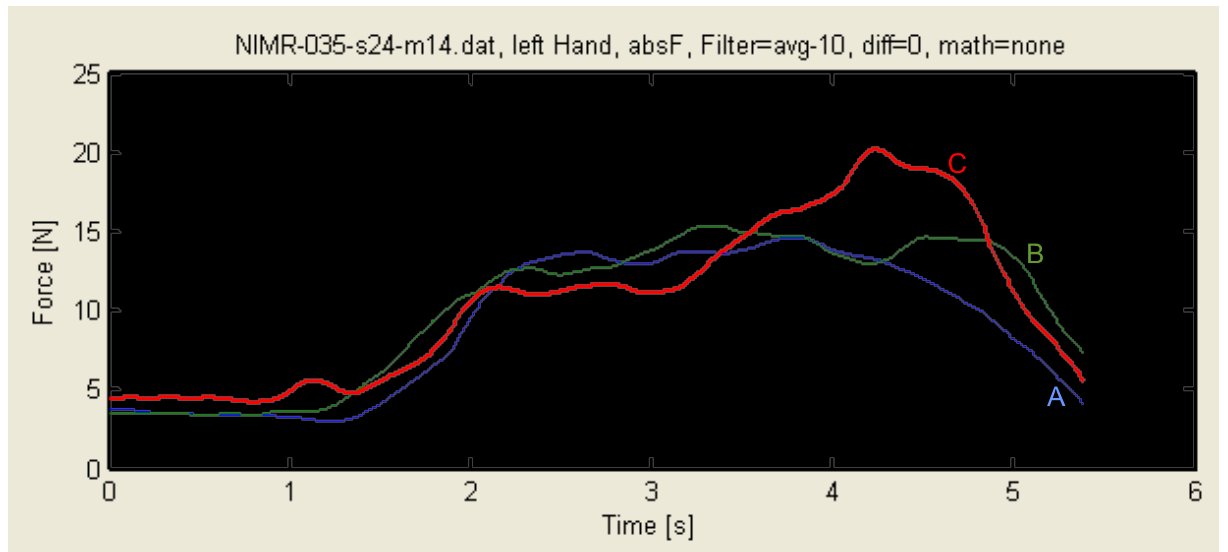
5. ábra

Egy beteg kézmozgásának változása látható a rehabilitáció során. Az „A” görbe a kezdeti, a „B” a 15., a „C” a 30., és a „D” az 50. mérés során rögzített adatok feldolgozott formája. Változásnak tekinthető, hogy az összehúzóerő ereje növekedik, valamint a mozgás indításának ideje is megrövidül.



6. ábra

Az ábra egy stroke beteg 12. alkalommal történő mérésének feldolgozása során készült, ugyanazon feladathoz („ígyon a pohárból”) tartozó egymást követő felvételek feldolgozott görbéi. Az „A” jelzésű görbe az első, a „B” a második, a „C” jelzés a harmadik próbálkozás mintázatát mutatja.



7. ábra

A 6. ábrán látható grafikonhoz tartozó ugyanazon beteg, ugyanazon feladatának végrehajtása során tett három próbálkozás feldolgozott görbéi láthatóak egy későbbi időpontban, a 24. alkalommal történő méréskor.